编号：ZRT-HP2512159

核技术利用建设项目

三亚中国农业科学院国家南繁研究院新增 1 台工业 CT 项目环境影响报告表

（公示稿）

三亚中国农业科学院国家南繁研究院（盖章）

2026 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

三亚中国农业科学院国家南繁研究院新增 1 台工业 CT 项目环境影响报告表

建设单位名称： 三亚中国农业科学院国家南繁研究院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址： 三亚市崖州区金稻路 5 号南繁表型设施大楼

邮政编码： 572000 联系人： 李进冬

电子邮箱： 联系电话： 15595935688

打印编号：1779789927000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	xwo4x5
建设项目名称	三亚中国农业科学院国家南繁研究院新增1台工业CT项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	三亚中国农业科学院国家南繁研究院
统一社会信用代码	12460200MB1D76498X
法定代表人（签章）	彭军
主要负责人（签字）	李进冬
直接负责的主管人员（签字）	李艺超
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	广东中润检测技术有限公司
统一社会信用代码	91441900668234376O
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
夏年龙	2017035440352016449901000341	BH002415	夏年龙

2 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
夏年龙	全部章节	BH002415	夏年龙

目　　录

表 1. 项目基本情况 ..... - 1 -
表 2. 放射源 ..... - 10 -
表 3. 非密封放射性物质 ..... - 10 -
表 4. 射线装置 ..... - 11 -
表 5.废弃物（重点是放射性废弃物） ..... - 12 -
表 6.评价依据 ..... - 13 -
表 7.保护目标与评价标准 ..... - 15 -
表 8.环境质量和辐射现状 ..... - 18 -
表 9.项目工程分析与源项 ..... - 25 -
表 10.辐射安全与防护 ..... - 32 -
表 11.环境影响分析 ..... - 43 -
表 12.辐射安全管理 ..... - 51 -
表 13.结论与建议 ..... - 58 -
表 14.审批 ..... - 60 -
附件 1 本项目工业 CT 源项资料 ..... - 61 -
附件 2 辐射安全管理制度 ..... - 62 -
附件 2-1 辐射防护与安全管理领导小组成员及岗位职责 ..... - 62 -
附件 2-2 辐射防护和安全保卫制度 ..... - 64 -
附件 2-3 操作规程 ..... - 65 -
附件 2-4 工业 CT 使用管理规程 ..... - 66 -
附件 2-5 人员培训制度 ..... - 67 -
附件 2-6 设备检修维护制度 ..... - 68 -
附件 2-7 辐射环境监测与个人剂量监测计划 ..... - 69 -
附件 2-8 辐射事故应急处理预案 ..... - 71 -
附件 3 现状监测报告 ..... - 75 -

表 1. 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">三亚中国农业科学院国家南繁研究院新增 1 台工业 CT 项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">三亚中国农业科学院国家南繁研究院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>彭军</td><td>联系人</td><td>李进冬</td><td>联系电话</td><td colspan="3">15595935688</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">三亚市崖州区金稻路 5 号南繁表型设施大楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼 CT 室西北侧</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>565</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>30</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">5.3%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积(m^2)</td><td colspan="2">336.4</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">无</td></tr>
</table>

1.1 建设单位简要情况

三亚中国农业科学院国家南繁研究院是从事南繁育种、种业创新及南繁服务等科研活动的新型研发机构；以保障国家粮食安全为战略导向，以抢占生物育种国际农业科技制高点为核心目标，聚焦种质资源、生物安全、表型鉴定三大主责主业，面向农业基础性重大科学问题和前沿育种技术，构建现代生物育种创新体系，形成“理论基础—育种技术—产品创制—成果转化”的完整创新链，为“南繁硅谷”建设提供坚实核心支撑，助力实现种业科技自立自强、种源自主可控。

1.2 核技术应用目的和任务由来

随着现代科技与农业科研的深度融合，农作物育种领域也在发生着变革。通过来高科技高精度的三维扫描仪，为种子形态特征分析与选育提供了一种全新的技术途径。选用三维数字化技术，不仅克服了传统育种过程中因种子微小而难以精确测量的局限，还极大地提升了

选种的科学性和效率。

为了利用高科技三维扫描产品进行育种，三亚中国农业科学院国家南繁研究院拟在海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区负一楼 CT 室西北侧安装 1 台三英精密 nanoVoxel-4000 型工业 CT，用于单位选育种子的三维扫描。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），该设备属于 II 类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订）第二条规定“在中华人民共和国境内生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当依照本办法的规定，取得辐射安全许可证”。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021 年修正版，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，使用II类射线装置的工作场所应该编制环境影响报告表。

受三亚中国农业科学院国家南繁研究院的委托，广东中润检测技术有限公司承担该项目的辐射环境影响评价工作。

1.3 本项目建设规模

三亚中国农业科学院国家南繁研究院拟在海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼 CT 室（面积约 336.4 ㎡，墙高 6.5m）西北侧安装 1 台 nanoVoxel-4000 型工业 CT，用于单位选育种子的三维扫描检测。

表 1-1　本次评价射线装置的规模

名称	型号	最高管电压（kV）	最大输出电流(mA)	射线管头数	数量	类别	使用地点	备注
工业 CT	三英精密 nanoVoxel-4000	225	3	1	1 台	II 类	海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区负一楼 CT 室	新建

1.4 项目选址及保护目标

1.4.1 地理选址

本项目位于海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区负一楼。拟建项目地理位置见图 1-1。

本项目工业 CT 屏蔽体外 50m 区域分别为：北侧 50m 范围均在单位内部，包括工业 CT 所在 B 区大楼区域及道路；东侧 50m 范围包括工业 CT 所在 B 区大楼区域及外部道路；南侧 50m 范围均在单位内部，包括工业 CT 所在 B 区大楼区域及道路；西侧 50m 范围均在单位内部，包括工业 CT 所在 B 区大楼区域，A 区和 B 区大楼连廊区域，距离西侧本单位 A

区大楼约 26m；工业 CT 楼上正上方为过道；机房下方无地下二层。

本项目工业 CT 设备自带屏蔽体且屏蔽体表面辐射剂量率小于 2.5 μ Sv/h，工业 CT 放置的 CT 室在工业 CT 安装后，CT 室只允许辐射工作人员在室内办公，工业 CT 的设置已充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。机房屏蔽体 50m 范围内无学校，宿舍等环境敏感的场所，设备选址合理。

项目周围环境图见图1-2，AB区负一楼平面图见图1-3，工业CT放置房间布局图见图1-4，AB区1楼平面图见图1-5。

1.2.1.2 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布）中鼓励类中第十四（1）类中“工业 CT”，属于国家鼓励发展类项目。因此，本项目与国家产业政策相符。


北
崖保路
三亚中国农业科学院国家南繁研究院
崖州区政府
崖州湾站
1
环岛高速
晒经坡路
金陵路
还金路
观海路
新道街
创意路
500 米

图1-1　公司位置图



图1-2　项目周围50m环境图

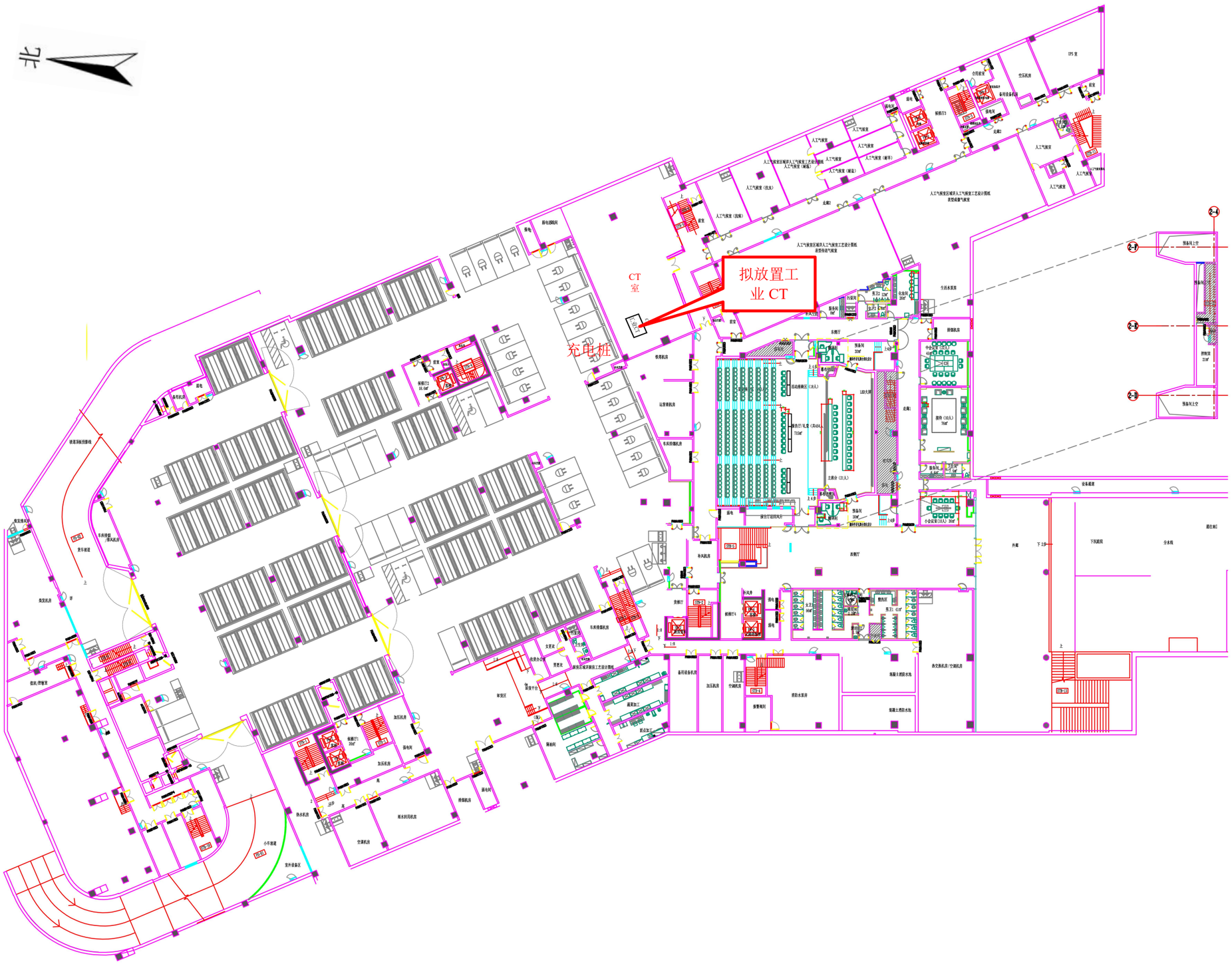


图1-3　AB区负1楼平面图（拟建工业CT所在楼层）

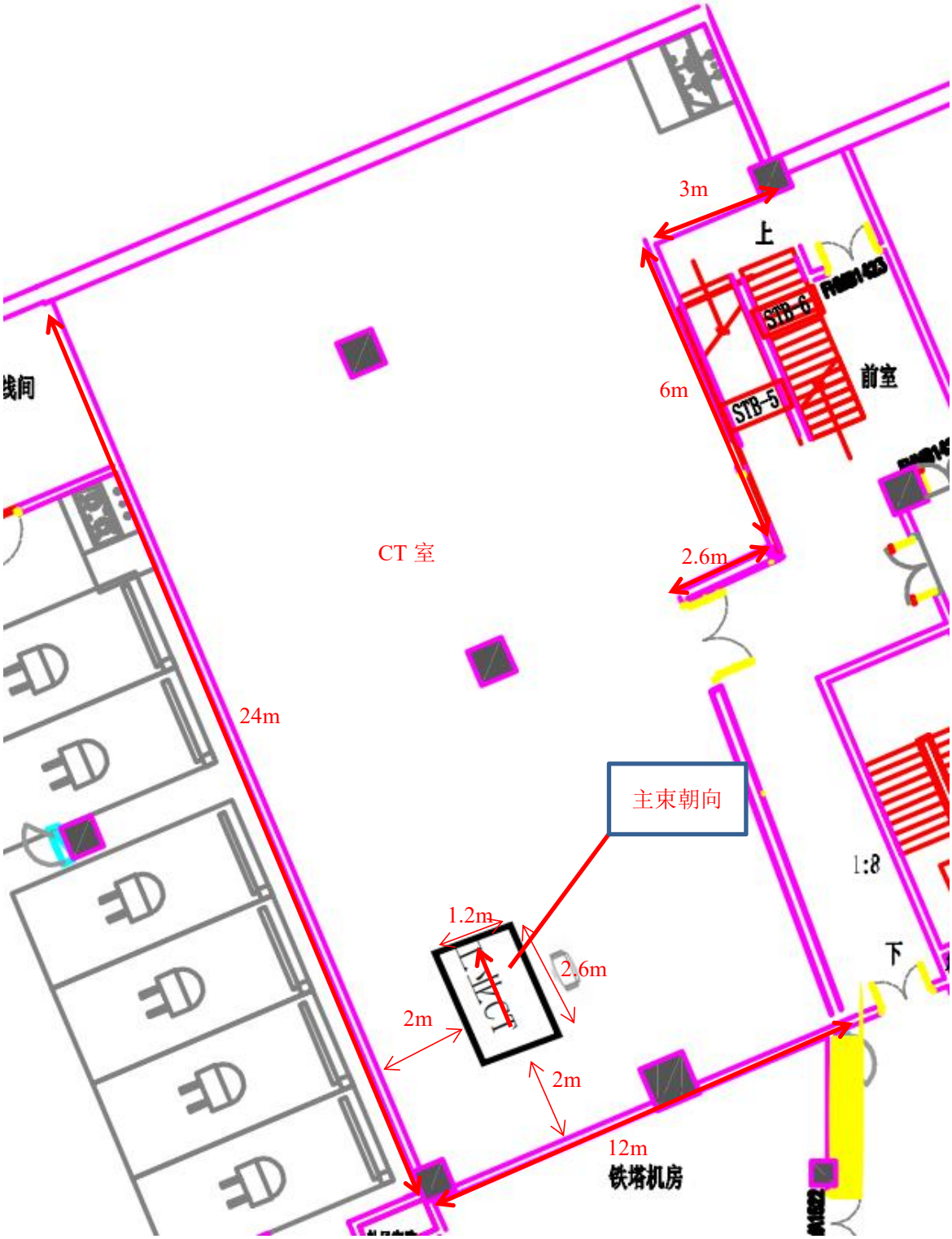


图1-4 工业CT所在房间布局图

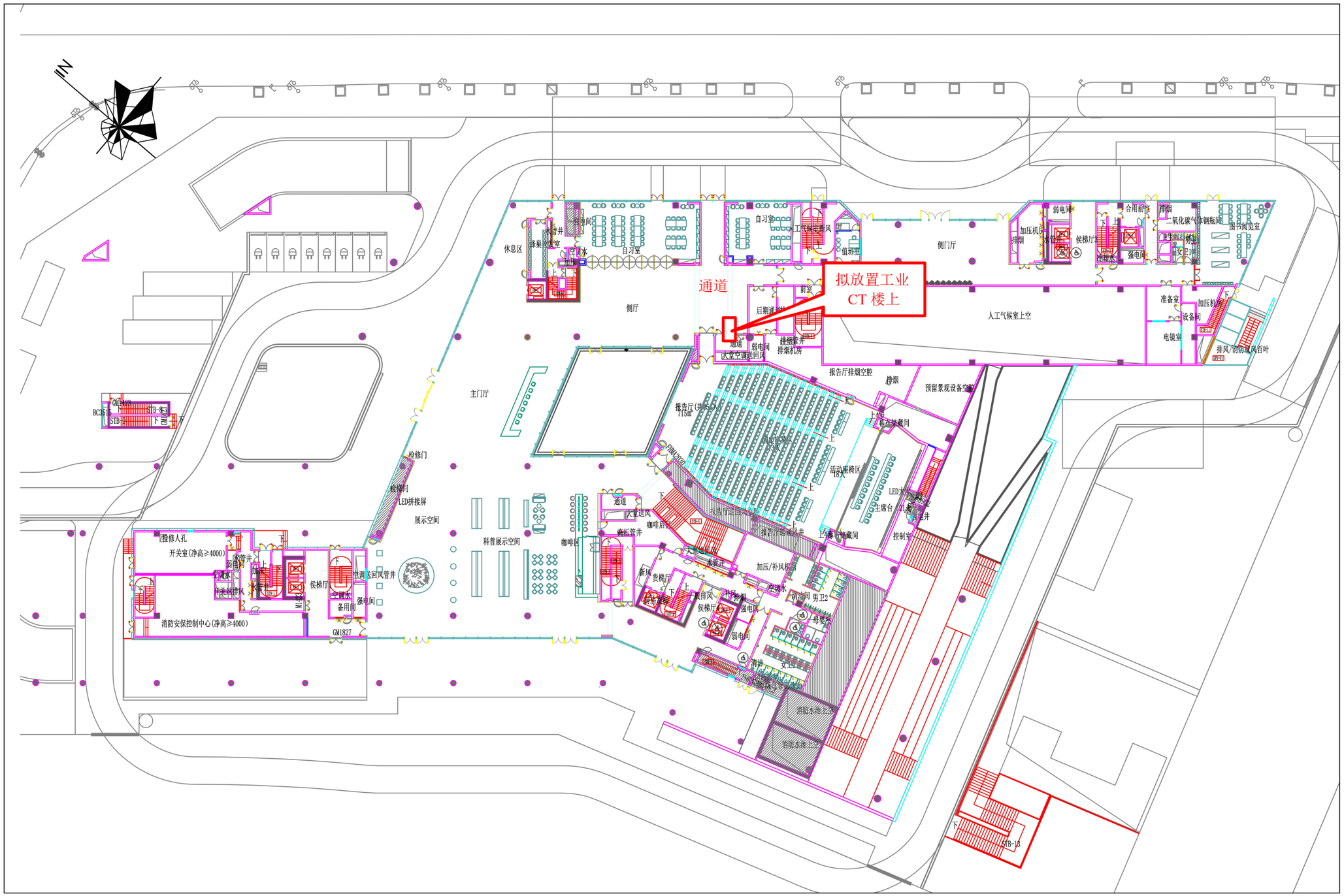


图1-5　AB区1楼平面图（拟建工业CT楼上）平面图

1.3 原有核技术利用项目许可情况

本项目是三亚中国农业科学院国家南繁研究院首次核技术利用项目。

表 2. 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3. 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4. 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Sv/h）	用途	工作场所	备注

(二)X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II	1	三英精密 nanoVoxel-4000	225	3	种子三维扫描检测	海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区负一楼 CT 室	/

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	

表 5.废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物，	气态	/	/	微量	微量	/	/	通过负一楼CT室北侧竖向负压排风口排向一楼

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L ，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3 ；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m^3）和活度（Bq）。

表 6.评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日执行； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，（2002年10月实施，2016年7月第一次修订，2018年12月第二次修订）； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月实施； （4）《中华人民共和国原子能法》，2026年1月15日起施行； （5）《国务院关于<修改建设项目环境保护管理条例>的决定》（中华人民共和国国务院令第682 号），2017年10月1日施行； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月实施，2014年7月第一次修订，2019年3月第二次修订）； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年3月实施，2008年12月第一次修订，2017年12月第二次修订，2019年3月第三次修订，2021年1月第四次修订）； （8）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号，2011年5月实施）； （9）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境护部令第16号令，2021年修正版，2020年11月30日发布，2021年1月1日实施）； （10）关于发布《射线装置分类》的公告环境保护部国家卫生和计划生育委员会（公告2017年第66号，2017年12月修订）； （11）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部2019年第57号公告，2019年12月）； （12）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部2021年第9号公告，2021年3月）。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； （2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （4）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； （5）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （8）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；

	（9 ）《建设项目竣工环境保护设施验 收技术规范 核技术利用》 （HJ1326-2023）。
其他	（1）《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年出版）； （2）《辐射防护导论》（方杰主编）； （3）《放射防护实用手册》（赵兰才 张丹枫主编）； （4）建设单位提供的其他资料。

表 7.保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016)中相关规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”；确定本项目评价范围为工业 CT 自屏蔽体边界外 50m 范围内区域（见图 1-2 所示）。

7.2 保护目标

本项目位于海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼。工业 CT 自屏蔽体外 50m 范围保护目标北均在单位内部，包括工业 CT 所在 B 区大楼区域、西侧 A 区大楼及道路，详见表 7-1 所示。

表 7-1　评价范围内（50m）的保护目标一览表

项目	场所及方位	平面距离	影响人员	人口分布情况	辐照类型	剂量限值（mSv/年）
工业 CT	工业 CT 放置的机房	0-4m	工业 CT 工作人员	3 人	职业照射	5
	B 区大楼负一楼其他房间：人工气候室、报告厅、机房、停车场等	0-50 m	单位其他部门人员	单位其他部门人员约 50 人	公众照射	0.25
	楼上正上方：过道	3m	单位其他部门人员	公司其他部门人员路过人约 100 人	公众照射	0.25
	B 区大楼： 1 楼：报告厅、门厅、自习室、机房、图书阅览室等； 2 楼：办公室、分析室、成像室、检测室、质谱室等； 3 楼：办公室、实验室、仪器室、会议室等； 4 楼：办公室、实验室、仪器室、储存室、会议室等； 5 楼：办公室、实验室、仪器室、储存室、会议室等； 6 楼：办公室、会议室、实验室、仪器室	0-50 m	单位其他部门人员	单位其他部门人员约 100 人	公众照射	0.25

	西侧 A 区大楼	26m-50m	单位其他部门人员	单位其他部门人员约 100 人	公众照射	0.25
	周边道路	15-50 m	流动人员	公众约 800 人	公众照射	0.25

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002

（1）剂量限值

表 7-2 剂量限值的相关内容

相关条款	具体内容
B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制： a）由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
B1.2 公众照射	B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： a）年有效剂量，1mSv。

本项目剂量约束值：按防护与安全的最优化要求，结合本项目实际情况，取职业照射年平均有效剂量的四分之一作为职业工作人员的年有效剂量约束值，即不超过 5mSv；取公众照射年有效剂量的四分之一作为公众成员的年有效剂量约束值，即不超过 0.25mSv。

2、工作场所辐射剂量率控制要求 （以下采用标准原文）

参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，

6.1.3 调试机房墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

b）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

6.1.4 调试机房顶的辐射屏蔽应满足：

b）对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100μSv/h。

3、海南地区辐射环境本底水平

海南的室内γ辐射剂量率调查水平在 35.3~207.8nGy/h 之间，室外道路γ辐射剂量率调查水平在 27.2~124.6nGy/h 之间，室外原野γ辐射剂量率调查水平在 20.4~144.3nGy/h 之间，来源《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）。

表 8.环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

项目位于海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼 CT 室。拟建项目周围环境现状照片见图 8-1。



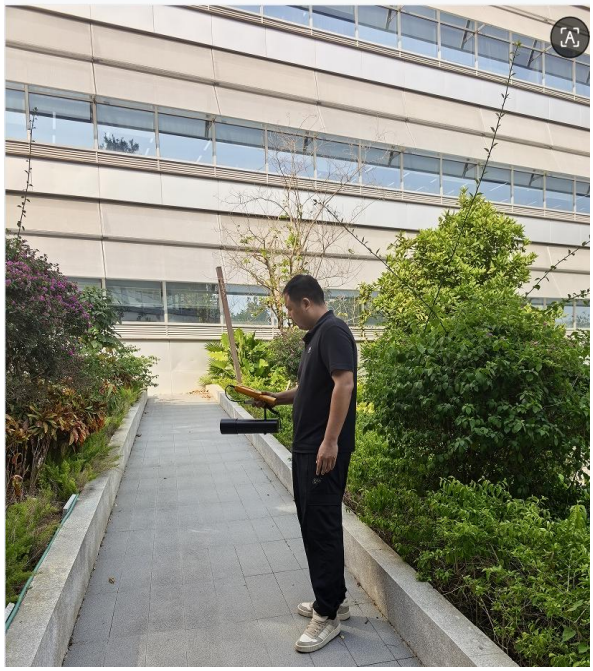
三亚中国农业科学院国家南繁研究院



B 区大楼东侧道路



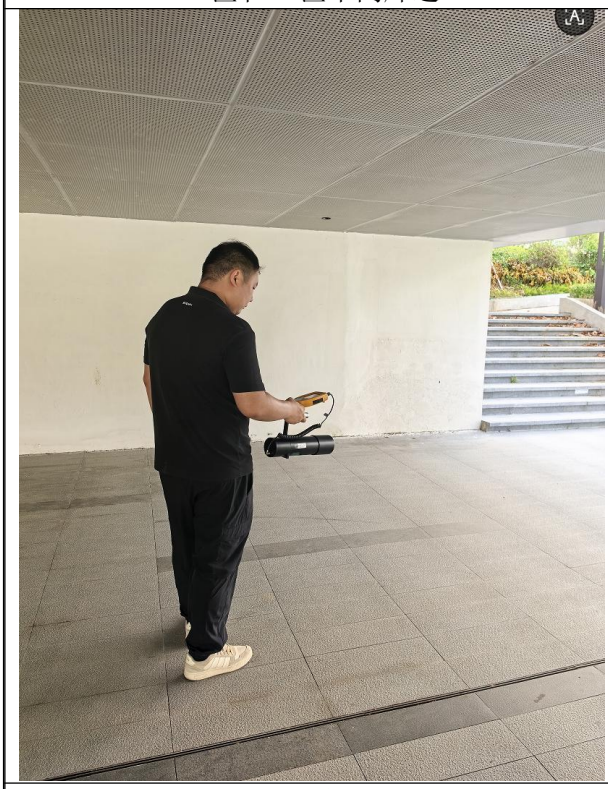
B 区大楼南侧道路



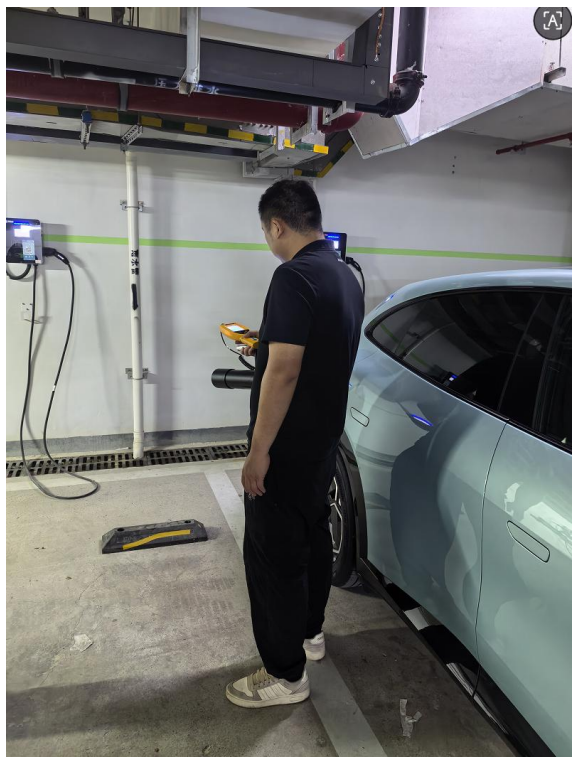
A 区和 B 区中间廊道



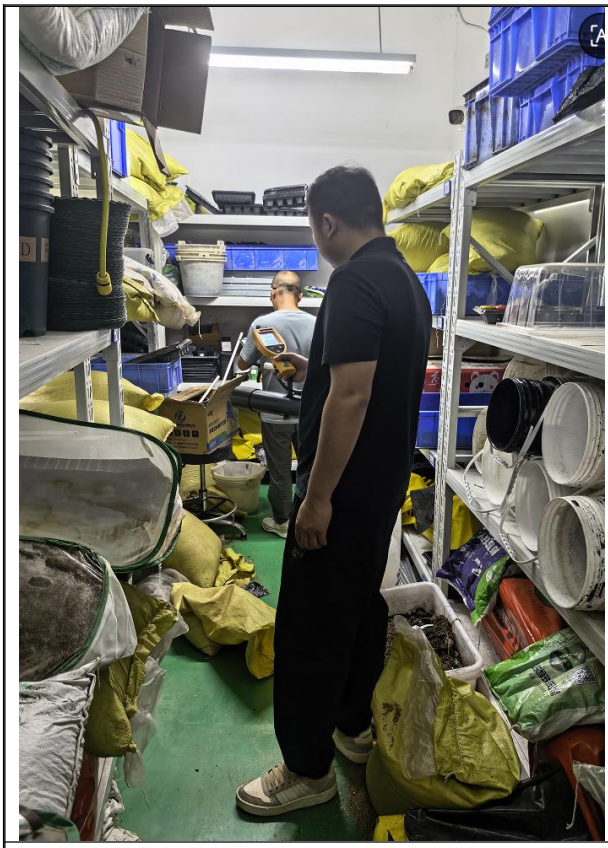
B 区大楼北侧大门



拟建项目楼上过道



拟建项目北侧充电桩



拟建项目西侧机房



拟放置工业 CT 位置

图 8-1 项目周围环境现状图

8.1 环境质量和辐射现状

2026 年 04 月 10 日广东中润检测技术有限公司对亚中国农业科学院国家南繁研究院工业 CT 项目的拟建场所进行了 X-γ辐射环境监测。

8.2 检测仪器

表 8-1 监测仪器相关信息

型号名称	检测范围	能响	固有误差	相对响应误差	检定有效期	证书编号	检定机构
R750 型环境级 X、γ射线泄露测量仪（编号：ZRT-A-574）	0.001μGy/h ~150μGy/h	15keV 至 7Mev	4.5%	6.5%	2026.01.26~ 2027.01.25	2026H21-10-6 328476001	华东国家计量测试中心

8.3 检测方法

检测方法严格按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021，《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021。

8.4 检测方案及质量保证

（1）检测目的

该环境辐射现状检测的目的主要是为了解项目地点辐射现状水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

（2）检测依据

《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021，《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021。

（3）环境监测因子

X-γ辐射剂量率；

（4）检测布点

监测布点主要为拟建项目位置，检测点位主要考虑辐射工作场所建成后人员停留较多和能到达的区域及其周边环境保护目标，了解其环境背景值。检测布点图见图 8-2-图 8-4。



图 8-2　拟建 DSA 项目 1 楼现状布点图

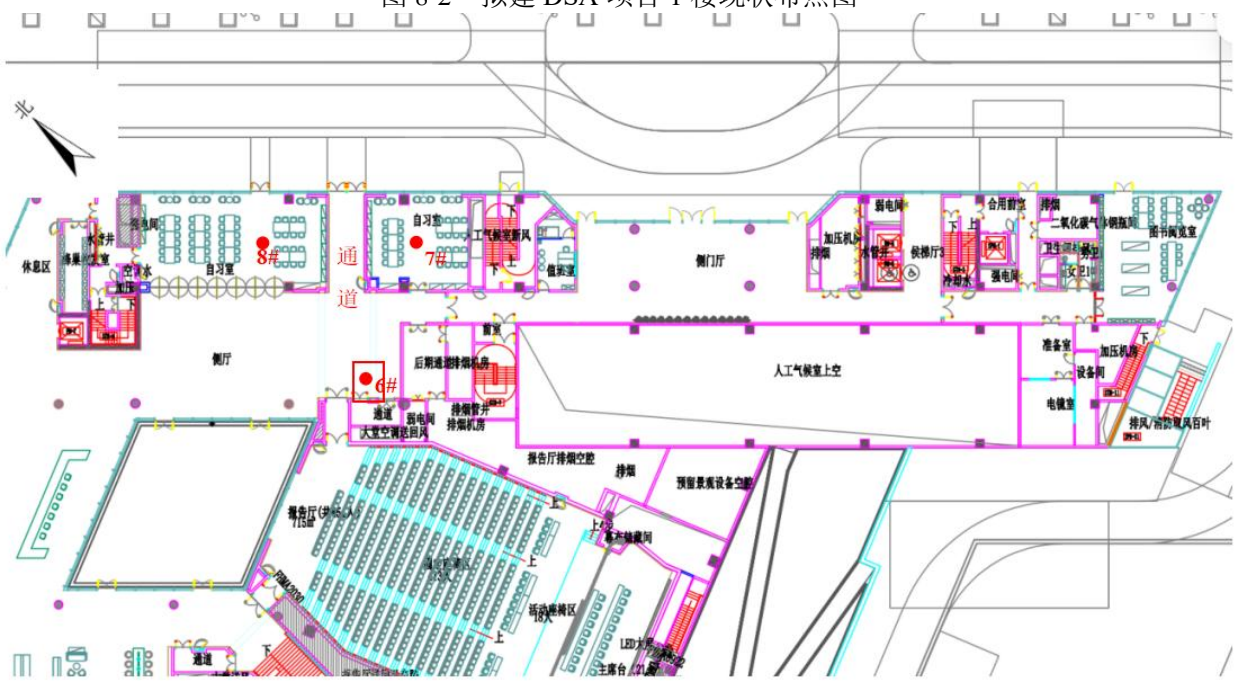


图 8-3　拟建工业 CT 项目楼上（1 楼）现状监测布点图



图 8-4　拟建工业 CT 项目周围环境现状监测布点图

（5）质量保证

本次检测单位为广东中润检测技术有限公司，具有广东省市场监督管理局核发的资质认定计量认证证书，在能力允许范围内开展检测工作和出具有效的检测报告，保证监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

1）根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和项目实际情况制定监测方案及实施细则，严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性；

2）监测仪器每年经过计量部门检定合格后使用，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；

3）监测人员经考核并持有合格证书上岗；

4）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理，同时参加实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；

5）建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

6）检测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定。

8.5 检测结果及检测点位

本项目辐射环境现状监测结果详见表 8-2，监测报告见附件 3。

表 8-2 拟建场址环境地表 X-γ辐射剂量率

监测点位编号	测量点位置	γ辐射剂量率监测结果（μGy/h）		备注
		测量均值	标准差	
1	拟建工业 CT 位置	0.117	0.004	室内
2	拟建工业 CT 所在设备机房南侧	0.133	0.003	室内
3	拟建工业 CT 所在设备机房东侧	0.133	0.003	室内
4	拟建工业 CT 北侧充电桩区域	0.107	0.003	室内
5	拟建工业 CT 西侧铁塔机房	0.138	0.003	室内
6	拟建工业 CT 楼上过道	0.146	0.005	室内
7	拟建工业 CT 楼上 1 楼自习室	0.145	0.003	室内
8	拟建工业 CT 楼上 1 楼自习室	0.144	0.005	室内
9	拟建工业 CT 南侧约 50m 处道路	0.086	0.001	道路
10	拟建工业 CT 东侧约 50m 处道路	0.088	0.002	道路
11	拟建工业 CT 北侧约 50m 处道路	0.089	0.002	道路
12	拟建工业 CT 西侧道路	0.093	0.003	道路
13	拟建工业 CT 西侧 A 区内 1 楼	0.122	0.004	室内

注：

1、现场检测时，仪器探头中心距离地面高度约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值；

3、依据 HJ61-2021 标准：按照公式 $\dot{D}=C_f\times(E_f\dot{X}-\mu_c\dot{X}_c)$ 计算，式中：

$\dot{D}$——环境γ辐射空气吸收剂量率监测结果，Gy/h；

C_f——仪器量程检定/校准因子；本仪器校准因子 C_f 为 1.33；

E_f——仪器检验源效率因子，仪器检验源效率因子 E_f 取 1；

$\dot{X}$——现场监测时仪器 n 次读数的平均值，本报告 n=10；

μ_c——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

$\dot{X}_c$——测点处宇宙射线响应值，本仪器对宇宙射线的响应值为 12nGy/h。

4、仪器对宇宙射线的响应通过以下方法获得：2026 年 3 月 26 日在广东省河源市万绿湖水库，

使用辐射检测仪进行宇宙射线响应检测，水面上仪器 100 次读数的平均值为 12nGy/h，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），本项目测点的海拔高度、经纬度与万绿湖水面相差不大：海拔高度差别≤200 m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，可以不进行修正。

8.2.4　辐射环境现状评价

由表 8-2 的监测结果可知，本项目拟建辐射工作场所及周围环境的室内γ辐射剂量率为 107-146nGy/h（扣除设备对宇宙射线的响应），道路γ辐射剂量率为 86-93nGy/h（扣除设备对宇宙射线的响应）。

对照海南的室内γ辐射剂量率调查水平在 35.3~207.8nGy/h 之间，室外道路γ辐射剂量率调查水平在 27.2~124.6nGy/h 之间，来源《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）。

本评价项目建设区域室内及道路的环境γ辐射剂量率均处于海南室内、道路的环境γ辐射剂量率水平范围内。

表 9.项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

1、系统组成

本项目为使用 1 台工业 CT 装置，拟建址位于海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼工业 CT 机房西北侧。工业 CT 装置由 X 射线机系统、数字成像系统、图像采集及处理系统、电气控制系统、机械传动系统、射线防护系统、辐射安全系统、图像重建及分析系统组成，具体系统组成如下：

（1）X 射线机系统：由 X 射线管、高压电缆、高频高压发生器、电源调制器、冷却系统、水管、低压连接电缆组成，用来发射 X 射线；

（2）数字成像系统：由数字平板成像器、系统驱动软件及平板电源线组成，用来将接受到的 X 光信号转换成电信号，然后将模拟电信号转换成数字信号，从而形成图像；

（3）图像采集及处理系统：计算机主机、图像处理软件及显示器组成，用来对采集到的图像数据进行分析，从而判断产品质量；

（4）电气控制系统：由操作台、总配电柜、一体化工作站、控制及动力电缆、控制软件、铅门联锁控制单元、应急联锁控制单元组成，用来控制整个装置的运行；

（5）机械传动系统：由成像及射线源装置、机械运动装置（包括移动控制系统，机械驱动轴，底座和支架等）组成，检测过程中通过不断改变工件与射线管的相对位置，从而获得不同角度的成像图片，继而判断产品质量；

（6）射线防护系统：铅房用来对 X 射线进行屏蔽，降低 X 射线对人体的伤害；

（7）辐射安全系统：由急停按钮、钥匙控制开关、门机联锁、观察窗、工作状态指示灯组成，用来确保装置运行过程中的辐射安全。

（8）图像重建、分析系统：对收到的数据进行处理，重建出物体的三维图像，并基于三维图像进行数据可视化分析。

2、设备组成

本项目拟使用的工业 CT 由硬件部分和软件部分组成，硬件部分包括主防护箱体、射线源、探测器、样品台等，软件部分包括图像采集系统、三维图像重建系统和处理系统等。设备外观结构图见图 9-1，设备各部件名称见表 9-1，设备尺寸参数见表 9-2。

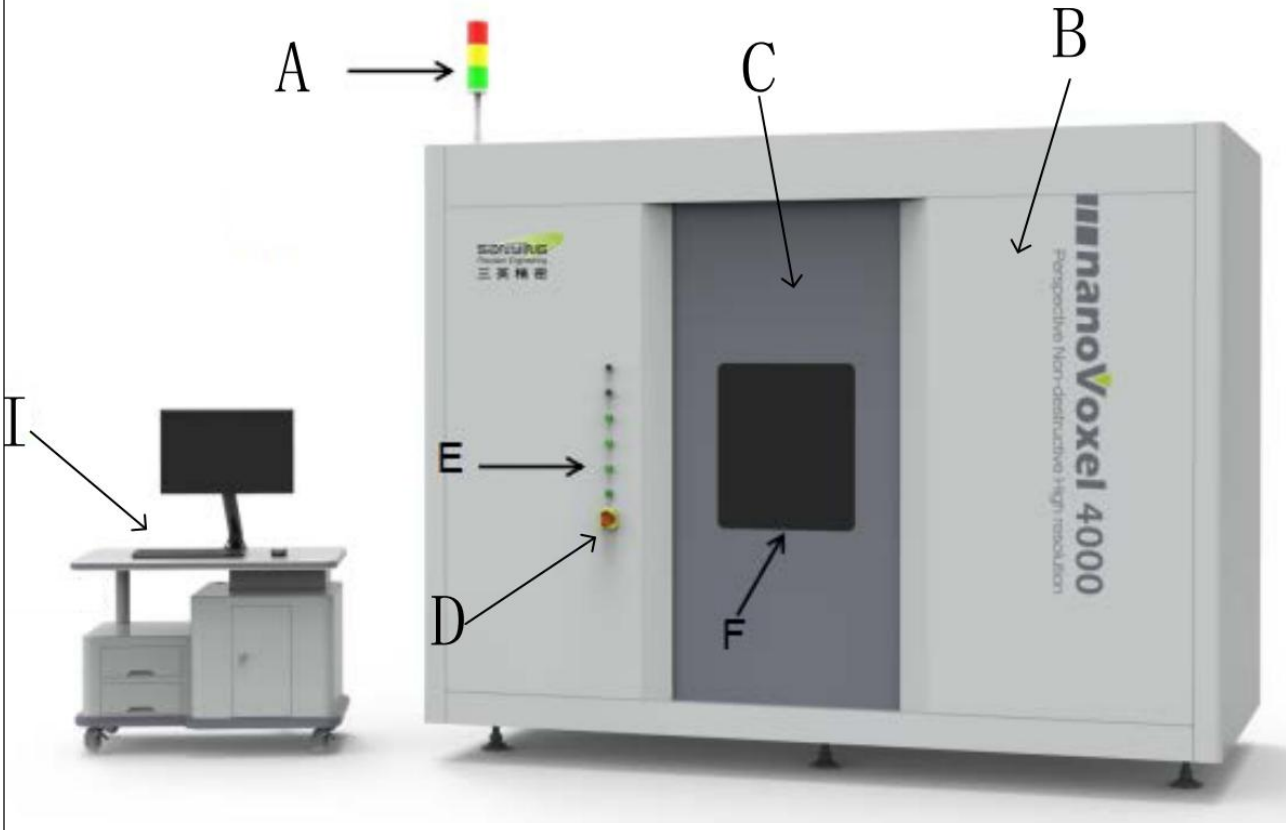


图 9-1　本项目工业 CT 装置外观示意图

表9-1　设备各部件名称一览表

结构	序号	名称	序号	名称
外部	A	工作状态指示灯	E	控制按钮
	B	主防护箱体	F	观察窗
	C	装载门	I	操作台
	D	急停按钮	/	/

表 9-2　设备尺寸参数一览表

序号	项目	设计情况
1	设备外尺寸	长×宽×高=2.6m×1.2m×2.4m
2	设备内空间尺寸	长×宽×高=2.4m×0.97m×2.3m
3	装载门尺寸	长×高=0.93m×1.5m
4	装载门洞尺寸	长×高=0.85m×1.4m
5	检修门（背面）	长×高=2.0m×1.3m
6	检修门（左侧	长×高=0.54m×0.80m
7	射线源距离各屏蔽面外表面距离	距离距离顶面 0.8m， 距离底面 1.3m，

		距离背面 0.7m， 距离正面 0.63m

3、工作原理及方式

电子计算机断层摄影(Computed tomography，简称 CT)是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作示意图如图 9-4 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建。与射线源紧密相关的准直器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及机械转盘、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

本项目采用的工业 CT 射线源为定向式，本项目工业 CT 通过载物台平行移动和旋转移动，使射线源对被测物体各个面进行扫描后进行三维图形重建。

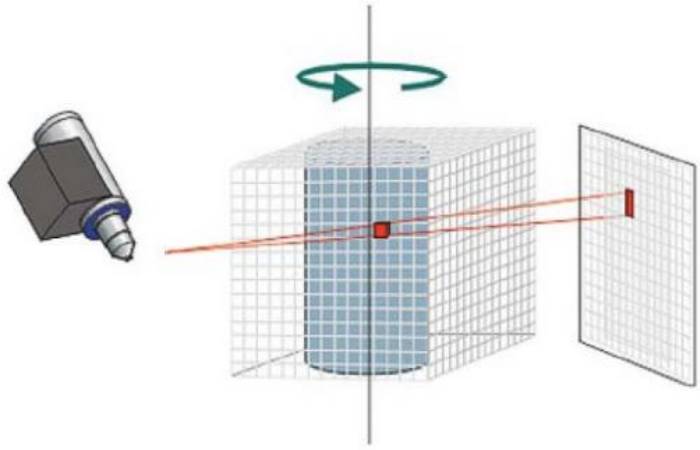


图 9-2 工业 CT 工作原理图

本项目工业 CT 的工作方式如下：

（1）工业 CT 自带屏蔽体，其有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射，有用线束角度为 40°。射线源固定，探测器可沿 X、Y 轴移动，X 轴移动范围为 0-550mm，Y 轴移动范围为 0-110mm。样品台可沿三个轴向运动，分别为 X 轴移动范围为 0-800mm，Y 轴移动范围为 0-300mm，Z 轴移动范围为 0-450mm。样品台的旋转由转动装置提供支持，转动装置包括支撑架、动力结构和转盘。支撑架下表面安装有动力结构用于带动转盘转动，转盘设置在支撑架上方。

（2）采用数字成像方式，待检工件放至样品台上，X 射线透过待检工件后由探测器接收，经放大和模数转换后送计算机进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。在扫描过程中对样本进行 180°以上的不同角度成像，通过计算机软件，将每个角度的图像进行重构，得到在电脑中可分析的 3D 图像。

（3）工业 CT 装载门采用电动平移门，由操作系统控制装载门的开合，操作人员手动将样品通过装载门放入样品台上，关闭装载门后，操作人员位于操作位，用电脑操作系统设置出束参数，设置完成后，用鼠标点击操作系统的出束按钮进行设备出束，X 射线出束期间无需人员干预，人员无需进入设备内部。

（4）检测对象主要为单位育种需要进行三维扫描的种子。

9.2、工作流程及产污环节

本项目工业 CT 用于种子的三维扫描，本项目的射线装置的操作流程和产污环节如图 9-3 所示。

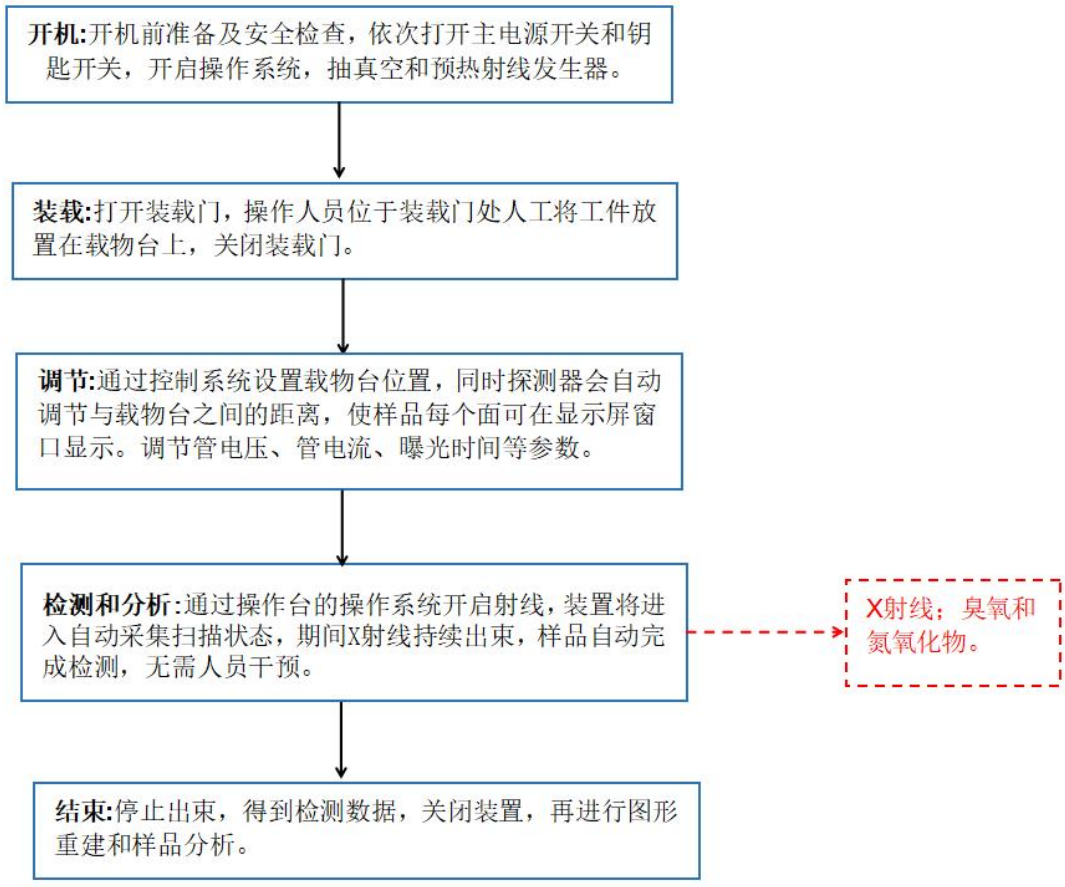


图 9-3 本项目工业 CT 工艺流程及产污环节图

9.3 工作负荷和人员配置

根据建设单位提供的资料，工业 CT 投入使用后预计每天最多检测 10 个样品，检测每个样品的平均出束时间约为 10- 30min，全部保守按照 30min 计算；每周工作 5 天，全年工作时间为 52 周。则装置日出束时间约为 5 小时，周出束时间约为 25 小时，年出束时间约为 1300 小时。

建设单位拟配置 3 名辐射工作人员（1 名辐射管理人员，2 名操作设备人员），实行常白班工作制，保守以总的出束时间作为辐射工作人员的工作负荷。

9.4 污染源项描述

1、正常工况

X 射线是随机器的高压电源开、关而产生和消失。因此，正常情况下在工业 CT 机各部件的组装等工艺流程中都不会有射线的产生，只有在工业 CT 机各部件组装完成通电后，在机器性能及防护措施等调试过程中，工业 CT 机通电运行时才会产生 X 射线，受照途径为 X 射线外照射。

本次评价三英精密 nanoVoxel-4000 型工业 CT 源项参数见表 9-3，来源见附件 1。

表 9-3 源项参数

序号	参数类型	技术参数
1	最大管电压	225kV
2	最大管电流	3mA
3	滤过条件	3mmAl
4	有用线束角度	40°
5	有用线束距辐射源点 1m 处最大剂量率	1250μSv/s
6	泄漏线束距辐射源点 1m 处剂量率	5×10^{3}uSv/h
7	有效焦点	1.5-400μm
8	最小分辨率	0.5um

距辐射源点 1m 处的泄漏辐射剂量率，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的表 1 选取；散射系数，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的表 B.3 选取。

散射因子采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT 250-2014），表B.3，本项目保守取1.9×10^{-3}。

表 B.3 入射辐射被面积为 400 cm^2 水模体散射至 1 m 处的相对剂量比份 α_w

管电压 kV	90°散射角的 α_w^a
150	1.6E-3[b]
200	1.9E-3[b]
250	1.9E-3[b]
300	1.9E-3[b]
400	1.9E-3[c]

[a] 4.2.3 中的散射因子 α 可保守地取为 $\alpha_w \cdot 10\,000/400$。
[b] 取自 NCRP49。
[c] 本标准中建议保守地取 300 kV 的 α_w 值。

2、事故工况

本项目可能发生的事故工况及相应的辐射影响有以下几点：

（1）门机联锁装置发生故障，装载门未关的情况下射线出束，导致屏蔽体外的工作人员受到不必要的照射；

（2）装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启射线发生器，使屏蔽体内

的维修维护人员被误照射。

3、其他污染源项

工业 CT 机开机工作时，产生的 X 射线能量较低，X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化合物，此外臭氧 50 分钟后自动分解为氧气，这部分废气量产生量较少，不作定量分析。

本项目由主机电脑控制出束成像，不洗片，无放射性三废产生，无废胶片、废显影液产生。

表 10.辐射安全与防护

10.1 辐射防护措施

1、辐射工作场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件。

（1）控制区：将工业 CT 自带屏蔽防护屏罩内划为本项目控制区。

（2）监督区：本项目放置工业 CT 的 CT 室不放置除工业 CT 外其他非辐射类设备，因此将放置工业 CT 的整个房间划分为监督区，监督区只允许辐射工作人员进入，非辐射工作人员禁止进入，并在该入口处设置标明监督区的标牌。

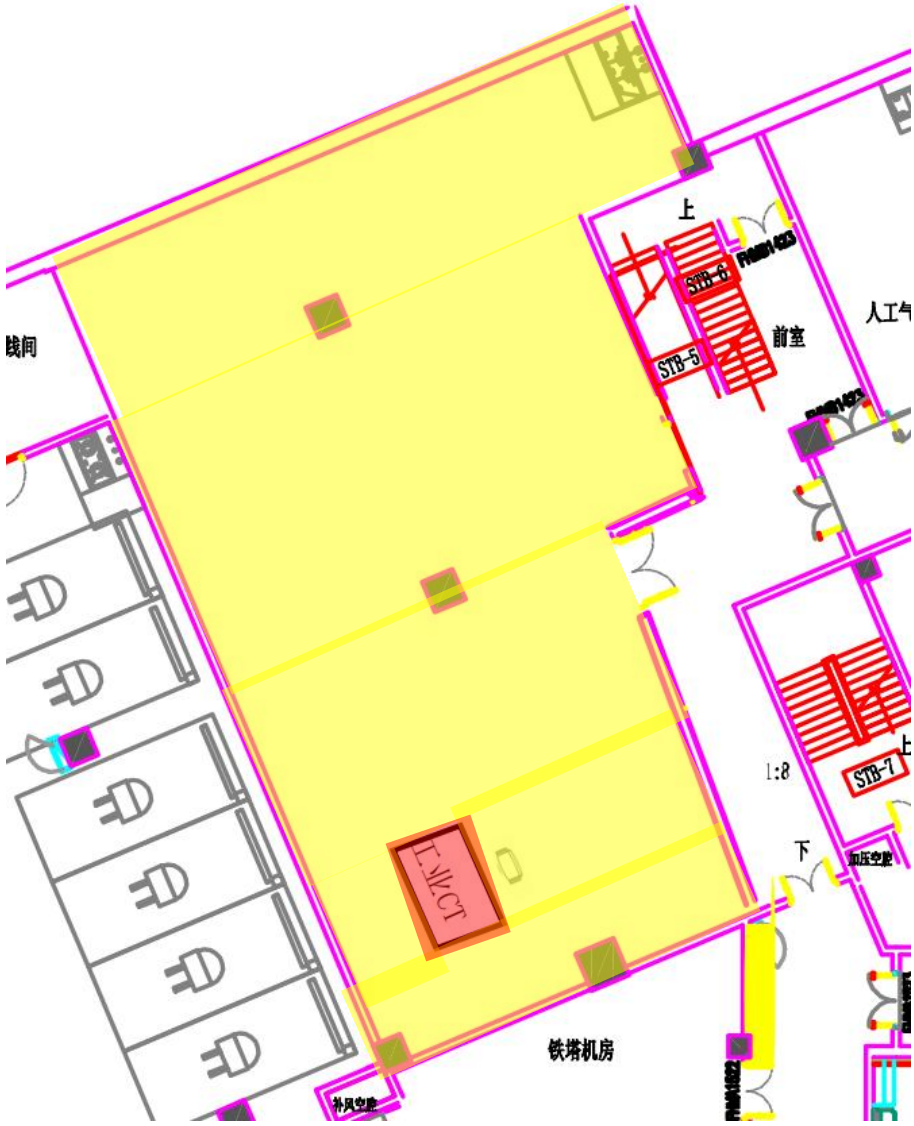


图 10-1　本项目辐射工作场所分区示意图（黄色为监督区，红色为控制区）

2、工业 CT 辐射防护情况

本项目使用的射线装置自带钢铅结构的屏蔽体，设备正视图、左视图、俯视图如图10-2至图10-4所示，结构和屏蔽参数见表10-1。

表 10-1　本项目工业 CT 装置主要参数

指标	设计情况	屏蔽铅当量
正面	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
背面	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
左侧	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
右侧（主束）	合金内衬 16mm 铅板	16mmPb（主射面）

顶部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
底部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
装载门	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
检修门（设备	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
背面、左侧）	60mm 铅玻璃	12mmPb
观察窗	设计情况	12mmPb

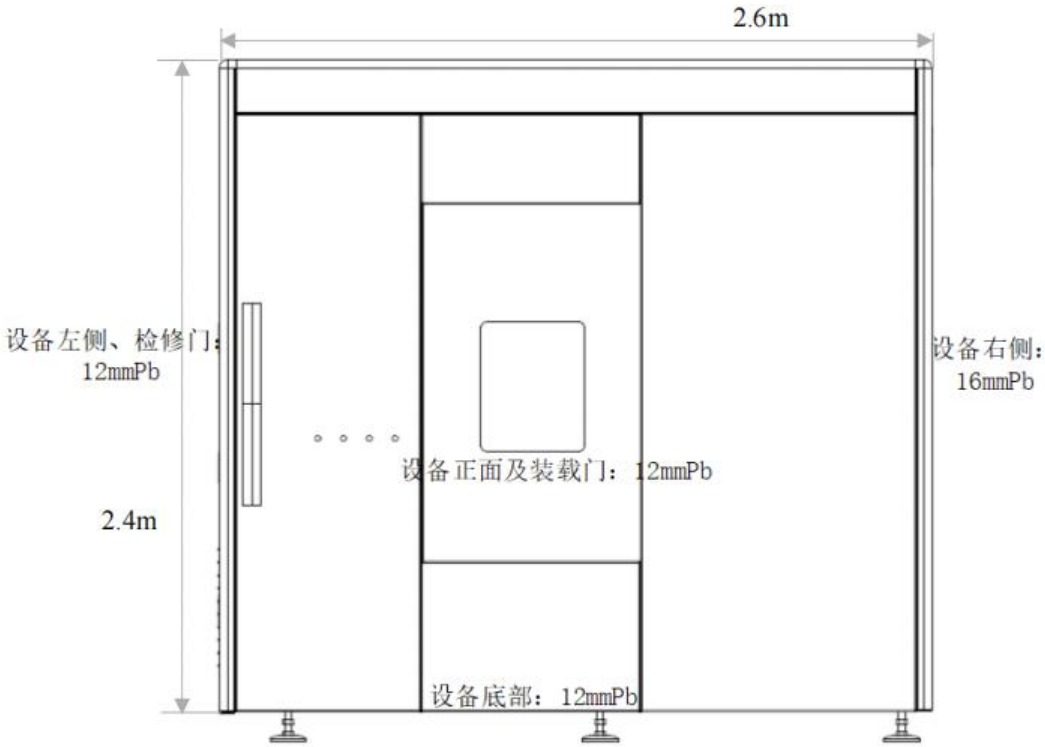


图 10-2　设备正视图

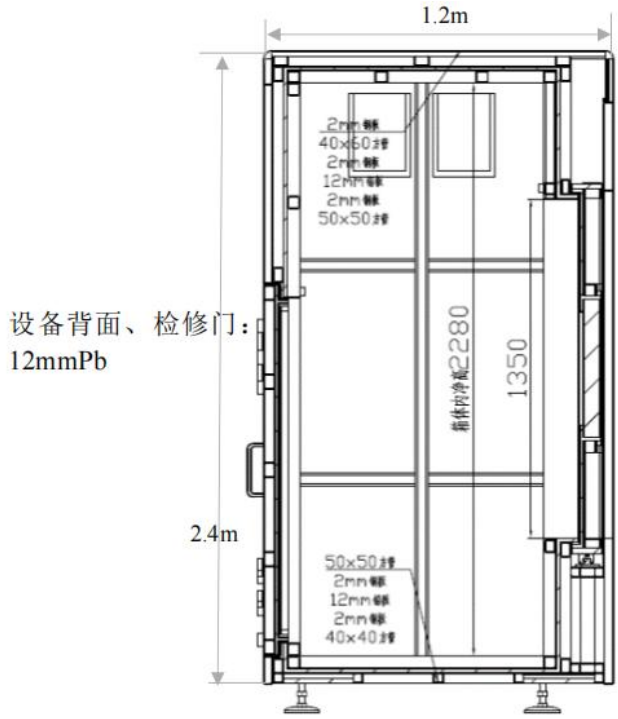


图 10-3　设备左视图

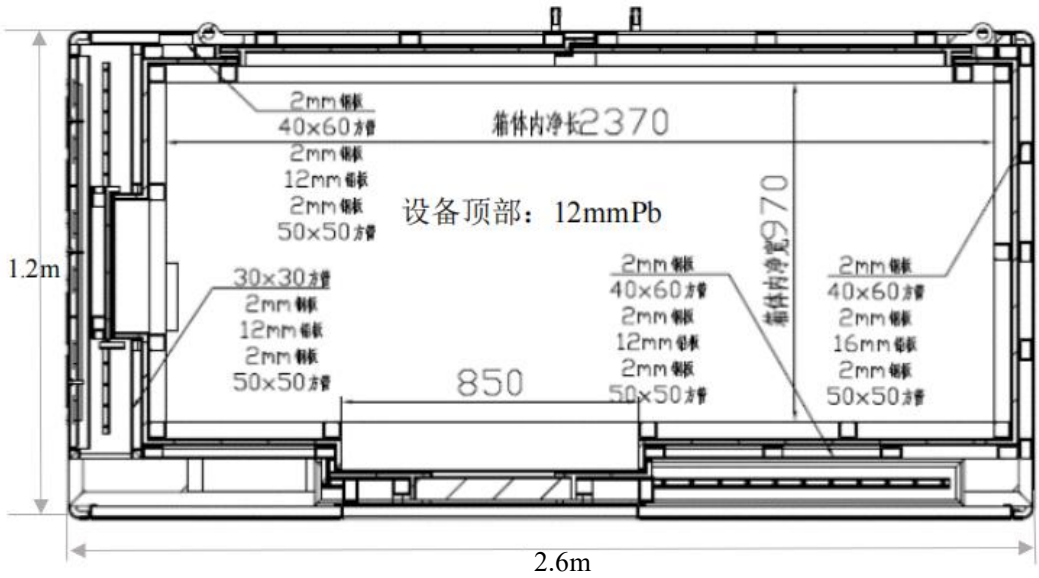


图 10-4　设备俯视图

4、屏蔽体补偿措施

本项目的工业 CT 的左侧设置了 1 个直径为 10cm 的“L 型”式穿线孔，管线穿出位置设有屏蔽罩壳，厚度为 12mmPb。工业 CT 左侧上部区域设有 2 个排风扇，排风口位置加装屏蔽厚度为 12mmPb 的防护罩作为辐射屏蔽措施，管线穿屏蔽体示意图见图 10-5，排风口屏蔽示意图见图 10-6。管线口屏蔽补偿厚度和排风口屏蔽厚度均与主体屏蔽厚度一致，射线经防护罩衰减后，屏蔽体外管线口处和排风口处的辐射泄漏可忽略不计。

背面检修门、左侧面检修门、正面装载门与主体屏蔽体进行重叠式拼接，背面检修门拼

接防护示意图见 10-7，左侧面检修门拼接防护示意图见 10-8，正面装载门拼接防护示意图见 10-9。

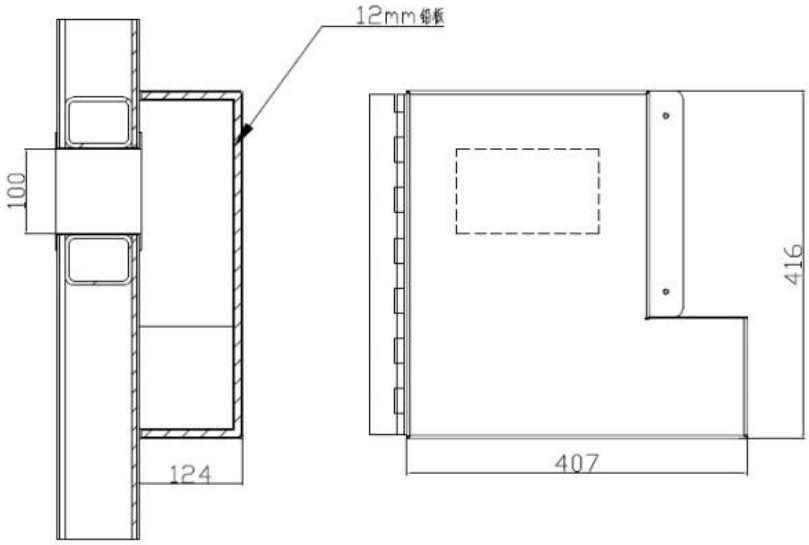


图 10-5 管线穿屏蔽体示意图

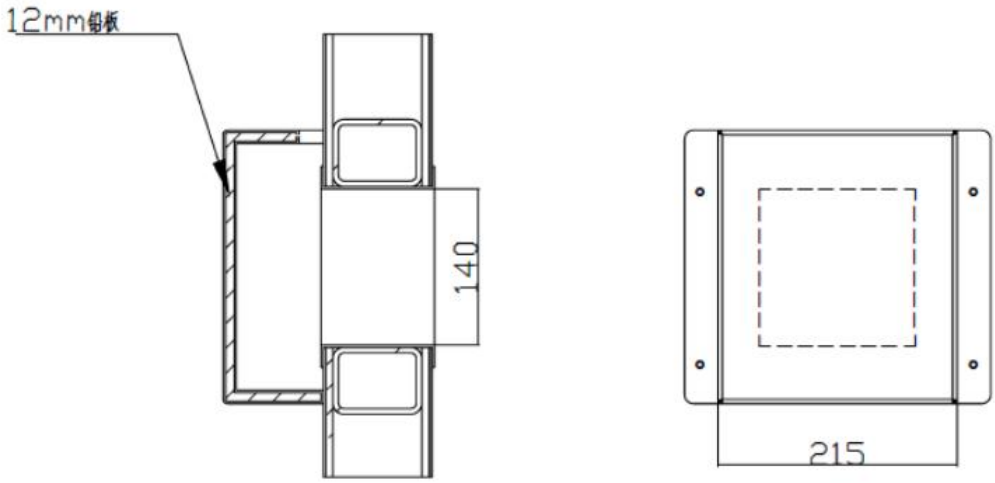


图 10-6 排风口屏蔽设计图

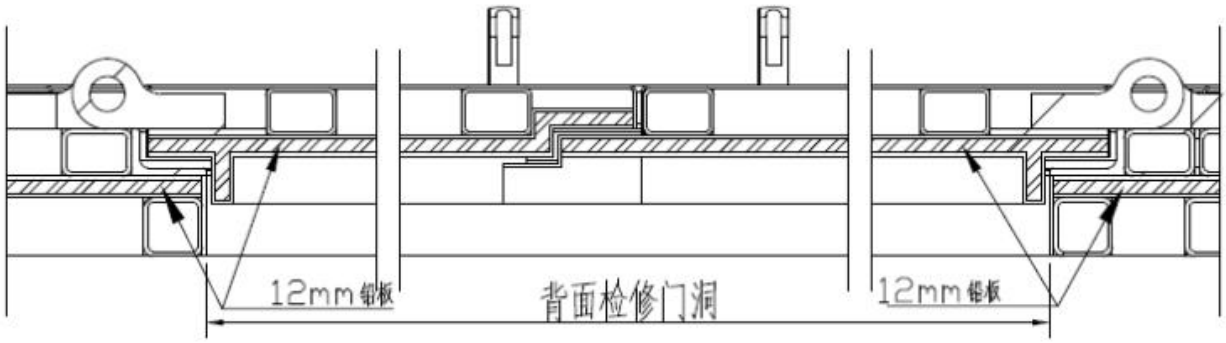


图 10-7 背面检修门拼接防护示意图

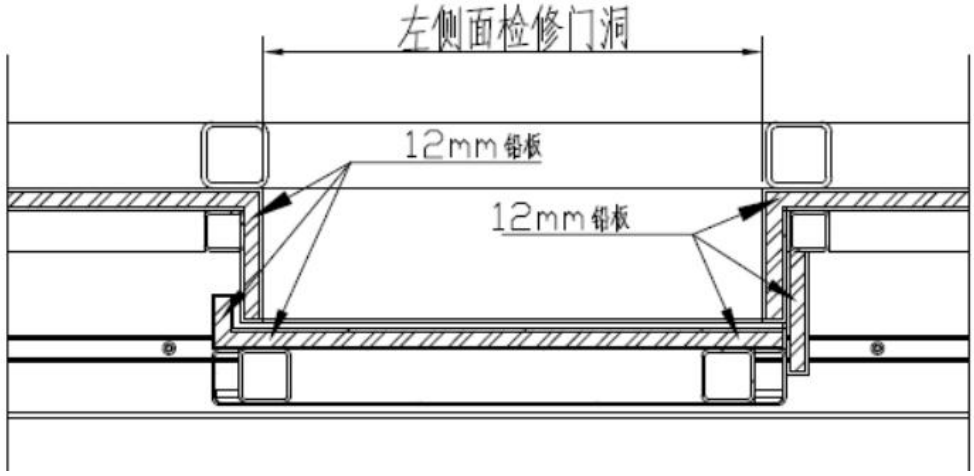


图 10-8 左侧面检修门拼接防护示意图

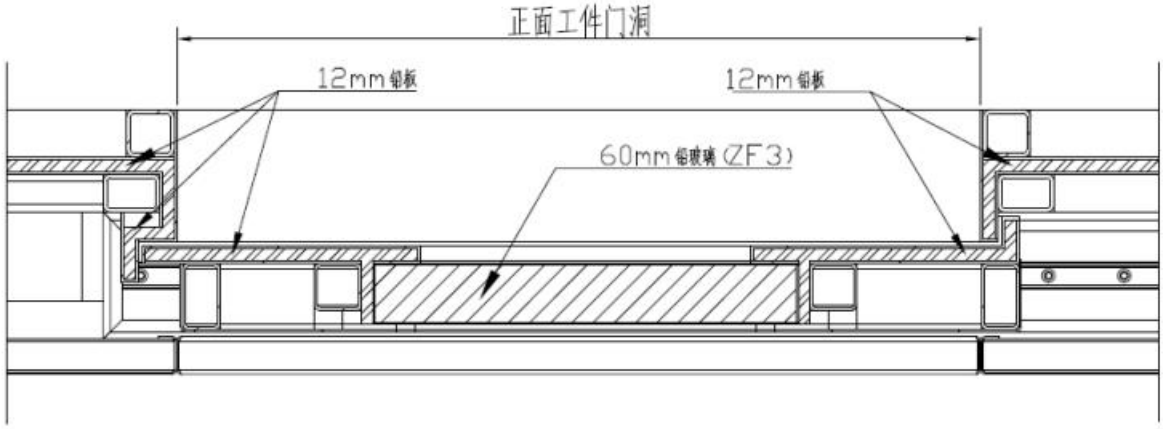


图 10-9 正面装载门拼接防护示意图

5、辐射防护设备

（1）辐射安全与防护措施

1）安全联锁系统

本项目射线装置设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、主电源开启、急停按钮复位、装载门和检修门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未到位射线装置不能启动。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束，复位后 X 射线不会自动出束。

2）门机联锁装置

本项目射线装置装载门在设备正面为电动平移门，设备共有 2 个检修门，分别在左侧和背面，为手动对开门，装载门和检修门各安装了 2 个安全互锁传感器作为门机联锁装置，只有在装载门和检修门关闭好的情况下安全回路才会接通，设备指示灯亮黄灯。当任意一个传感器未感应到装载门和检修门关闭到位时，设备指示灯亮黄灯不亮，操作页面的 X-RAYON 按键锁定无法点击，射线管无法出束。设备运行过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，

会立即中断高压发生器的主供电，X 射线立即停止出束。门机联锁逻辑图见图 10-10。

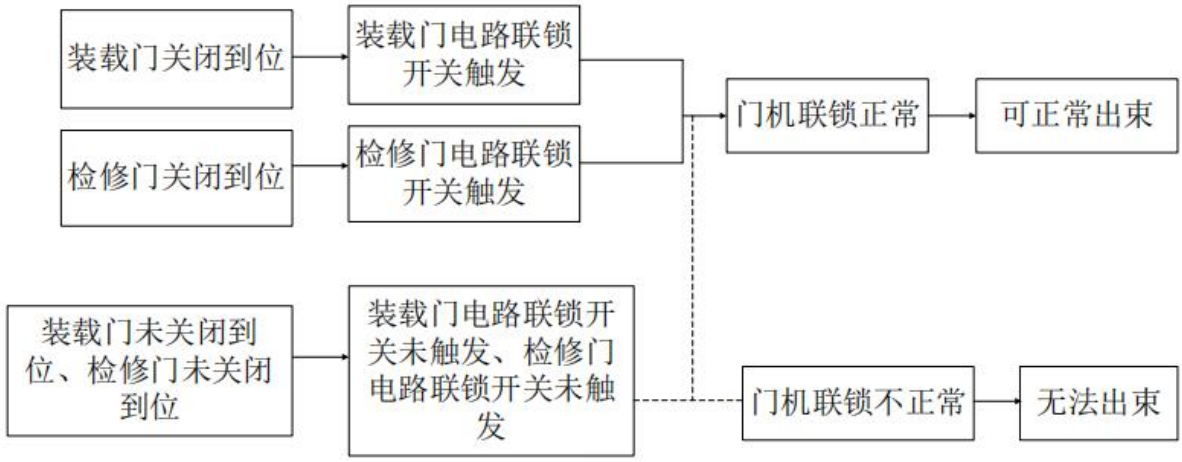


图 10-10 门机联锁逻辑图

3）警示设施和工作状态指示灯

建设单位将在射线装置的正面张贴电离辐射警告标志，监督区边界将张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示说明。本项目的射线装置顶部设有工作状态指示灯，分别为绿灯、黄灯、红灯。各指示灯的指示情况如下：

（1）所有指示灯灭-电源未开启；

（2）绿色指示灯亮-系统电源已闭合；

（3）黄色指示灯亮-防辐射柜体门已关闭；

（4）红色指示灯亮-X 射线源出束射线。

建设单位将在 CT 室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的说明。

4）多重开关

本项目工业 CT 设有 1 个钥匙开关和 1 个主电源开关，钥匙开关设在操作台台面，主电源开关设在设备正面，钥匙开关控制射线发生器，主电源开关控制设备通电，只有两个开关同时打开后设备才能启动，任何一道开关未打开 X 射线都将无法正常出束。射线发生器的钥匙由专人负责管理，只有授权的工作人员才能使用钥匙，非授权人员无法操作射线装置，使用钥匙时需要填写使用登记表。

5）紧急停机

本项目工业 CT 设有 3 个急停按钮，分别位于工业 CT 正面、电控柜正面、操作台台面，操作人员不需要穿过主射线束就能够使用。发生紧急事故时，工作人员可通过手工按压急停按钮迅速切断为射线源供电的高压电源，射线源则立即停止出束。急停按钮将标明功能和使用方法。

6） 辐射监测设施

建设单位拟为每名辐射工作人员各配备 1 个个人剂量计，并在工作期间佩戴好，个人剂

量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。

建设单位拟为日常监测配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，建设单位拟将便携式辐射剂量率仪悬挂在工业 CT 正面，可以随时观察辐射剂量情况；同时建设单位拟定期使用便携式 X-γ 剂量率仪（每个月 1 次）对工业 CT 周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

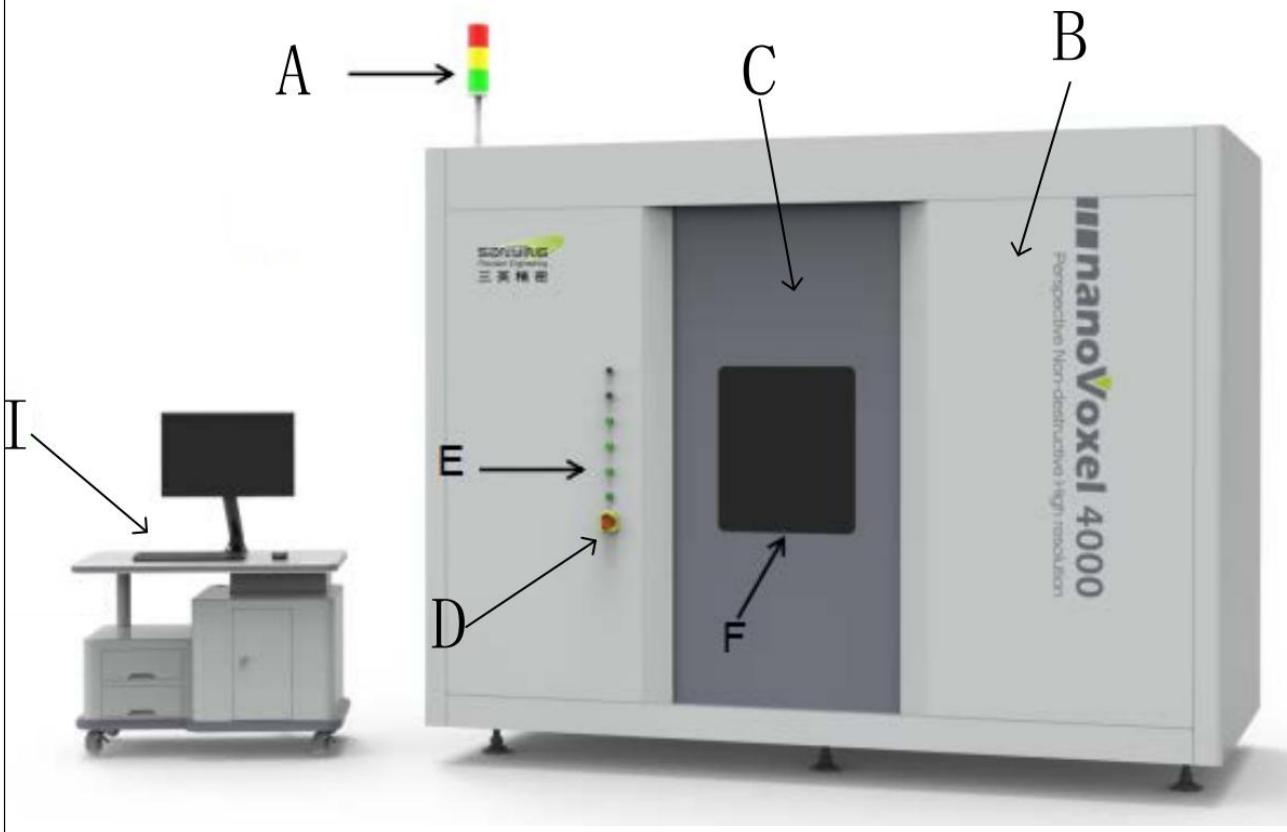






图 10-11　本项目工业 CT 装置外观示意图

表10-2　设备各部件名称一览表

结构	序号	名称	序号	名称
外部	A	工作状态指示灯	E	控制按钮

	B	**主防护箱体**	**F**	**观察窗**
	C	**装载门**	**I**	**操作台**
	D	**急停按钮**	/	/

6、辐射安全防护设施对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对本项目的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析，对照分析表见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

规定的措施和制度	标准要求（GBZ117-2022）	设计情况	评价结果
X 射线防护屏蔽体	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。	工业 CT 机采用铅屏蔽，屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。	满足要求
门机联锁系统	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。	本项目射线装置装载门为电动平移门，检修门为手动对开门，装载门和检修门各安装了 2 个安全互锁传感器作为门机联锁装置，只有在装载门和检修门关闭好的情况下安全回路才会接通，设备指示灯亮黄灯。当任意一个传感器未感应到装载门和检修门关闭到位时，设备指示灯亮黄灯不亮，操作页面的 X-RAYON 按键锁定无法点击，射线管无法出束。设备运行过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，会立即中断高压发生器的主供电，X 射线立即停止出束。	满足要求
门灯联锁系统	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机连锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	本项目射线装置自带屏蔽体，射线装置正常工作时，人员无需进入屏蔽体内部，因此装置内部设指示灯和声音提示装置的要求不适用于本项目。 本项目的射线装置顶部设有工作状态指示灯，分别为绿灯、黄灯、红灯。各指示灯的指示情况如下： （1）所有指示灯灭-电源未开启； （2）绿色指示灯亮-系统电源已闭合； （3）黄色指示灯亮-防辐射柜体门已关闭； （4）红色指示灯亮-X 射线源出束射线。建设单位将在 CT 室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的说明。	满足要求
监视器	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	工业 CT 通过铅玻璃可以观察内部情况。	满足要求
警示标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	建设单位将在装置正面张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，将在工作场所门口张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示说明。	

急停装置	6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法	本项目工业 CT 设有 2 个急停按钮，分别位于工业 CT 正面和操作台台面，操作人员不需要穿过主射线束就能够使用。发生紧急事故时，急停按钮可以迅速切断设备多项部件的电源，立即停止出束。急停按钮将标明功能和使用方法。	满足要求
通风装置	应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	1、工业CT：本项目拟使用的工业CT左侧有2个排风扇，排风扇排风量约为2.96m³/min，设备内部体积约为5.2m³，排风扇在 工作期间保持开启，可确保设备内部每小时有效通风换气次数为68次/小时 2、CT室：CT室北侧有1个竖向的负压排风口，排风量为26140m³/h，CT室体积为2187m³，每小时排风12次，大于3次。	满足要求
固定式辐射剂量率仪	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	建设单位拟购买一台便携式辐射剂量率仪，并将其悬挂在工业 CT 操作位处。	满足要求
进行分区管理	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	建设单位拟将工业 CT 屏蔽体内部区域划为控制区；将控制区外整个 CT 室划为监督区。	满足要求

小结：综上分析，建设单位拟采取的各项辐射安全与防护措施、辐射安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

10.2 三废的治理

工业CT放置在单独的房间内，本项目拟使用的工业CT左侧有2个排风扇，排风扇排风量约为2.96m³/min，设备内部体积约为5.2m³，排风扇在工作期间保持开启，可确保设备内部每小时有效通风换气次数为68次/小时；CT室北侧有1个竖向的负压排风口，排风量为26140m³/h，CT室体积为2187m³，每小时排风12次，大于3次。



图10-12　CT室排风口

本项目为工业 CT 项目，用计算机信息处理和图像重建技术，以图像形式显示出来。使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

表 11.环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设位于海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼 CT 室，该处厂房土建部分均已建成，本项目为自屏蔽设备，不涉及土建施工。

设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作应选在 8:00~12:00 或 14:00~17:00，避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生的影响。设备包装材料经收集后交由资源回收单位处理，对周边环境不产生影响。

单位使用的工业 CT 只有在出束状态下才会对环境产生影响，建设阶段不涉及设备的使用，故建设过程也不会产生辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 计算说明：

1、验算主束是否全部位于主屏蔽面内。

本项目出束角为 40°（单侧 20°），出束源距离右侧主屏蔽面 1.7m，则 1.7m*tan（20°）=0.62m。

本项目出束源距离距离顶面 0.8m，距离底面 1.3m，距离背面 0.7m，距离正面 0.63m；均大于 0.62m，说明主束全部位于主屏蔽面内。

2、关于散射距离，由于本项目载物台可移动，因此计算时散射距离 R1 为变化值，根据散射计算公式根，散射面积正比于散射点到辐射源点的距离平方，同时计算散射影响要除以散射点到辐射源点的距离平方（R1），可知散射面到辐射源点的距离（R1）对结果无影响；**本报告计算时均取出束源距离载物台为 0.5m 时计算**。

11.2.2 关注点选取

为了分析射线装置运行时对周围环境的影响，参照《辐射防护导论》（方杰主编）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单的相关公式，估算 X 射线出束时，射线装置屏蔽体外的周围剂量当量率水平。

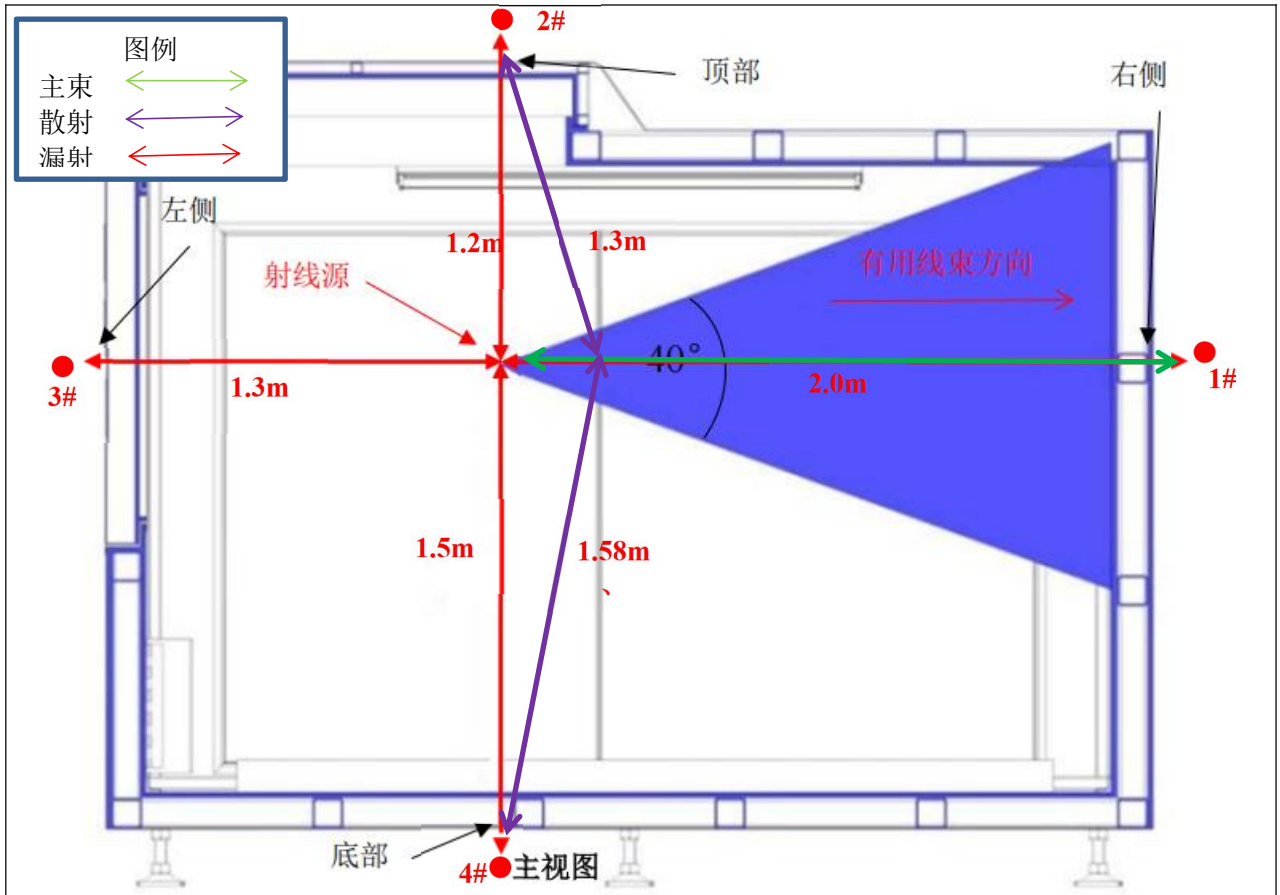


图 11-1　关注点示意图（正面图）

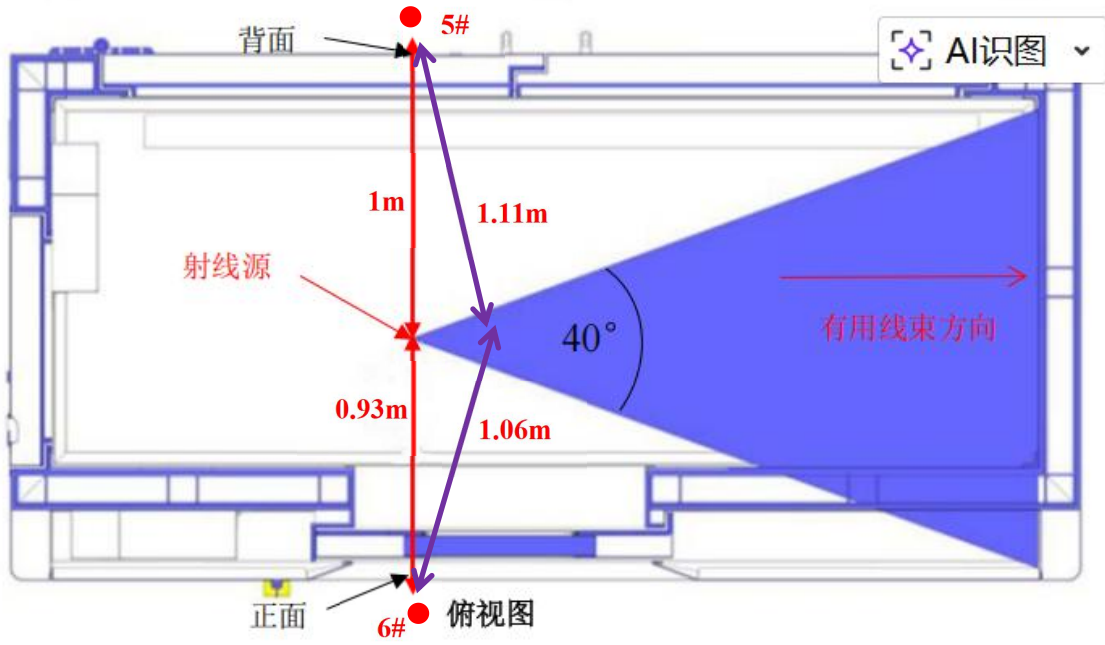


图 11-2　关注点示意图（俯视图）

11.2.3关注点导出剂量率水平。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对剂量率控制水平的要求工业CT机的辐射屏蔽应同时满足：

（1）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周；

（2）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

根据相应Hc导出剂量率参考控制水平Hcd（μSv）按下式计算：

$$Hcd=\dot{H}c/(t\times U\times T)$$

式中：

$\dot{H}c$——周剂量参考控制水平，单位为μSv/周；

U——装置向关注点照射的使用因子。

本项目主束方向固定，使用因子取1；其他面只有漏射和散射，使用因子均为1。

T——人员在相应关注点驻留的居留因子，本项目操作人员工作时基本上在控制台正面居留因子取1，其他方向取1/16。

t——装置周照射时间，单位为小时每周（h/周），本项目每周出束25小时

根据以上公式，计算各预测关注点Hc，见表11-3：

表11-3　X射线调试机房剂量参考控制水平

关注点	U	T	周剂量参考控制水平 $\dot{H}c$	需屏蔽的辐射	导出剂量参考控制水平 Hcd（μSv/h）	最终剂量参考控制水平 Hc（μSv/h）	照射种类
1#	1/16	1	100μSv/周	主束辐射	64.00	2.5	职业照射
2#	1/16	1	100μSv/周	漏射辐射 散射辐射	64.00	2.5	职业照射
3#	1/16	1	100μSv/周	漏射辐射 散射辐射	64.00	2.5	职业照射
4#	1/16	1	100μSv/周	漏射辐射 散射辐射	64.00	2.5	职业照射
5#	1/16	1	100μSv/周	漏射辐射 散射辐射	64.00	2.5	职业照射
6#	1	1	100μSv/周	漏射辐射 散射辐射	4.00	2.5	职业照射

11.2.4、关注点辐射剂量率估算。

本项目预测计算参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；有用线束在关注点的剂量率按如下公式计算：

$$H_1 = \frac{H_0 \times B}{R^2} \times Q$$

根据过滤片的工作原理为降低杂散射线，同时提高过滤后剩余主束线的穿透能力，因此越厚的过滤片过滤后，主束线的穿透能力越强；因可以用较厚的滤过片的透射因子保守计算滤过片较薄的透射因子。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1，保守按照 250kV，0.5mmCu 过滤条件下的透射曲线；其中 13mm 铅的透射因子为 10^{-6}。根据图中曲线走势第一个 10^{-1} 透射因子需要仅需 1mm 铅，第六个 10^{-1} 透射因子需要 3.5mm 铅，因此保守取大于 13mm 铅之后的每个 10^{-1} 透射因子为 4mm 铅，本项目主束方向的铅为 16mm，透射因子保守取 $10^{-6.75}$。

漏射线在关注点的剂量率按如下公式计算：

$$H_2 = \frac{H_L \times B}{R^2}$$

对于给定屏蔽物质厚度 X 相应的漏射线辐射屏蔽透射因子 B 按如下公式计算：

$$B=10^{-X/TVL}$$

TVL——见附录 B 表 B.2，本项目保守按照 250kV 能量，什值层取 2.9mm 铅。

90°散射线在关注点的辐射剂量率按下式计算：

$$H_3 = \frac{H_0 \times B}{Rs^2} \times \frac{F \times a}{R_0^{\ 2}}$$

对于给定屏蔽物质厚度 X 相应的散射线辐射屏蔽透射因子 B 按如下公式计算：

$$B=10^{-X/TVL}$$

式中：

H_0　距辐射源点 1m 处剂量率，本项目为 1250μSv/s=4.5×10^6μSv/h；

B　屏蔽透射因子；

R　辐射源点至关注点的距离，单位为 m；

F：　散射面积 3.14*（0.5*tan（20°））^{2}=0.104；

a：　散射因子，取 1.9×10^{-3}；

Rs　散射体至关注点的距离，单位为 m；

X　　屏蔽物质厚度，单位为 mm；

TVL　TVL——见附录 B 表 B.2，本项目保守主束 250kV 经散射后能量（见 GBZ/T250-2014 表 2）为 200kv，对应什值层取 1.4mm 铅；

根据以上公式，计算工业CT在最大管电压和最大管电流时，周围辐射剂量当量率计算值为如下：

表11-4　主束射线照射产生的关注点剂量率值

关注点	H（μSv/h）	d（m）	B	H0（μSv/h）
1#	4.5×10^{6}	2	$10^{-6.75}$	0.2

表 11-5　漏射射线照射产生的关注点剂量率值

关注点	H_L（μSv/h）	R（m）	$X_{铅}$（mm）	$TVL_{铅}$	H_2（μSv/h）
2#	5000	1.2	12	2.9	0.25
3#	5000	1.3	12	2.9	0.22
4#	5000	1.5	12	2.9	0.16
5#	5000	1	12	2.9	0.36
6#	5000	0.93	12	2.9	0.42

表 11-6　散射射线照射产生的关注点剂量率值及散射、漏射辐射叠加值

关注点	H_0（μGy/h）	F（㎡）	α	R_0（m）	Rs（m）	$X_{铅}$（mm）	$TVL_{铅}$（mm）	Q（Sv/Gy）	H_3（μSv/h）	**H（漏射与散射合计）**
2#	4.5×10^{6}	0.104	1.9×10^{-3}	0.5	1.3	12	1.4	1	5.65E-06	0.25
3#	4.5×10^{6}	0.104	1.9×10^{-3}	0.5	1.8	12	1.4	1	2.95E-06	0.22
4#	4.5×10^{6}	0.104	1.9×10^{-3}	0.5	1.58	12	1.4	1	3.82E-06	0.16
5#	4.5×10^{6}	0.104	1.9×10^{-3}	0.5	1.11	12	1.4	1	7.74E-06	0.36
6#	4.5×10^{6}	0.104	1.9×10^{-3}	0.5	1.06	12	1.4	1	8.49E-06	0.42
注：散射辐射剂量率按照150kV，0.5mmCu取值										

根据计算结果可知，本项目工业CT关注点表面剂量率最大值为0.42μSv/h，所有关注点辐射剂量率均满足小于2.5μSv/h的标准。

11.2.5 年受照剂量估算

1、关注点辐射工作人员受照的辐射年剂量

按下式计算：

$$H = t \bullet T \bullet D$$

式中：H—辐射工作人员与公众受照射的辐射年剂量，mSv/a；

t—受照射时间（h），建设单位提供的最大工作量，取1300 h.；

T—居留因子；

D—受照射的剂量率（μSv/h）。

表11-7 设备周边环境辐射剂量率预测参数及结果

位置	年受照时间（h）	居留因子	辐射总剂量率（μSv/h）	年有效剂量（mSv/a）	备注	剂量限值（mSv/a）
1#设备右侧（主束方向）	1300	1/16	0.2	0.016	工作人员	5
3#设备左侧	1300	1/16	0.22	0.018	工作人员	5
5#设备背面	1300	1/16	0.36	0.029	工作人员	5
6#设备正面（操作位）	1300	1	0.42	0.546	工作人员	5

从估算结果可看出，工作人员的职业照射年有效剂量最大值约为0.546mSv/a，低于工作人员的职业照射年有效剂量约束值<5mSv/a。

2、周围环保目标受照的辐射年剂量

周围环保目标按照辐射剂量率距离平方衰减，辐射剂量率取位于机房方位关注点的最大辐射剂量率。

表11-8 周围环保目标年受照剂量

环保目标	关注点位置描述	透视剂量率（μSv/h）	出束（h）	最近距离（m）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）	剂量限值（mSv/a）
充电桩	北侧	0.36	1300	2	1/16	7.31E-03	0.25
报告厅	西侧	0.22	1300	9	1	3.53E-03	0.25
人工气象室	南侧	0.42	1300	8.5	1	7.56E-03	0.25
自习室	楼上	0.25	1300	12	1	2.26E-03	0.25
A区大楼	西侧	0.22	1300	26	1	4.23E-04	0.25

根据表11-8可知则周围环保目标的年受照剂量最大值为7.5E-03mSv，均小于环评报告中

提出的0.25mSv/a的管理限值要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险识别

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1、特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

2、重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3、较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4、一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目所用工业 X 射线机属II类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则可知，本项目规模和性质可能发生的辐射事故为：

一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

发生事故时应严格按照公司应急预案组织相关救援行动包括：

①立即切断电源，终止原放射诊疗操作；

②迅速撤离有关人员，对事故受照射人员进行及时的检查、救治和医学观察；

③保护事故现场，保留导致事故的材料，设备和工具等；

④根据放射事故的性质，配合有关部门，积极采取相应的措施。

同时应在事故发生后 2 小时内书面报告当地环保主管部门。

1、X 射线装置发生控制系统或安全保护系统故障或人员疏忽，造成管电流、管电压设置错误，使得工作人员受到超剂量照射；

2、工业 CT 在对工件进行扫描的工况下，在防护门安全联锁失效时，因放、取测试部件容易引发在开机状态下，手或头部等肢体入内误照；

3、维修人员在通过维修门进入设备内部维修时，X 射线装置意外开机造成维修人员误照射，使得维修人员受到超剂量照射。

11.3.2 源项分析及最大可能性事故分析

一旦发生射线泄露事故，公司应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定，立即切断电源，启动本公司的应急方案。

11.3.3 事故预防措施

（1）操作人员按照要求参加辐射安全培训知识，并取得合格证书，做到持证上岗。

（2）操作人员须严格按检查系统操作规程进行操作，不得擅自改变操作程序。

（3）工作时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。

（4）工作时有明显警示标志，防止人员误入造成事故。

（5）定期对工作场所周围进行剂量检测，对工作人员进行定期的体检，建立健康档案。

（6）如发生违反操作或其他原因造成事故，须立刻启动事故应急救援预案。

（7）操作人员每次运行机器前，要检查安全联锁系统运行是否正常。如发现异常，须查明原因，予以排除，确定安全联锁系统运行状况正常后，才能开机运行。

（8）开机前须仔细检查监督区内有无人员，若有人在监督区内，须及时清场，确定监督区内无人的情况下才能开机。

（9）在进行机器维修时，应有两名有维修资格的人员操作，拨下控制台安全联锁钥匙，并在控制台设立维修标牌。

（10）维修人员需佩戴个人剂量报警仪和剂量报警仪。

表 12.辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射防护与安全管理机构

辐射防护与安全管理领导小组

组 长：李进冬

组 员：李艺超

为保证建设项目建设期和运营期的辐射防护措施的落实情况，公司已设置专门的辐射安全与环境保护管理机构和人员，认真贯彻执行国家环境保护法及地方有关环保法规，遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“营运管理”的要求，防止辐射污染，保护环境，保障公众的健康，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，并对项目产生的辐射影响进行监督管理。

辐射安全与环境保护管理机构各成员的职责是：

（1）组长全面负责本单位放射防护工作，组织协调本单位各班组全面贯彻执行国家有关法规政策。

（2）组员协助组长负责本单位防护工作。

（3）成员负责落实相关政策法规，相关证件办理，操作规程的培训，以及射线装置的使用与维护管理工作。

辐射防护负责人的岗位职责是：

（1）宣传贯彻放射卫生法律法规及政府有关文件。

（2）拟定年度放射防护工作计划，组织实施日常的放射防护管理工作。

（3）组织制定放射防护管理制度和操作规程并检查督促及落实。

（4）负责办理本单位放射工作许可证和放射工作人员证。

（5）配合市疾病预防控制中心落实放射工作人员的上岗前和定期的体检、放射防护知识培训，组织并落实放射工作人员的个人剂量监测工作。

（6）建立并负责管理本单位的放射防护档案。

（7）组织实施放射防护检查和事故隐患整改工作。

（8）组织开展对放射工作人员和有关管理人员的放射防护知识培训，组织放射事故预

防措施与应急预案的实施和演练。

（9）落实责任人委托的其他放射防护管理工作。放射防护管理人员应当定期向责任人报告放射防护情况，及时报告涉及放射防护的重大问题。

12.1.2 辐射工作人员配置

本项目工业 CT 拟配备操作人员 2 名，辐射管理人员 1 名，设备操作人员已报名参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习，保证通过考核后上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令，（2019 年 8 月 22 日修订）），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为了保障工业 CT 的安全使用，该公司已制定了建设单位已制定了下述相关辐射安全管理制度：《辐射防护与安全管理领导小组成员及岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《人员培训制度》、《设备检修维护制度》、《辐射环境监测与个人剂量监测计划》、《工业 CT 操作管理规程》、《放射性事故应急处理预案》等辐射安全管理制度；详见附件 2。

辐射安全管理制度评价：建设单位已成立了辐射防护领导小组，并明确了职责；并制定了适合建设单位自主管理的辐射安全管理制度。

同时按以下执行：

（1）每年 1 月 31 号前向环保主管部门提交辐射安全年度评估报告。

（2）各项操作规程上墙，操作人员要切实按照操作规程操作探伤系统。

（3）危探伤时要确保安全，执行三同时制度、辐射安全培训持证上岗、个人剂量计、建立个人剂量档案，实践中不断完善各种制度及严格执行，确保设备正常运行。

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况：

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对拟使用射线装置的单位提出了 6 个具体条件，本项目具备的条件与“3 号令”要求的对照检查见下表 12-1。

表 12-1　项目执行“3 号令”要求的对照符合情况

3 号令要求	实际情况	符合情况

使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。	已成立辐射安全与环境保护管理机构小组。	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	所有辐射工作人员已报名参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习，并承诺持证上岗。	符合
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	采用屏蔽、场所分区、悬挂警示标志、系统采用急停设施、门联锁及其它安全辅助设备等方法，防止工作人员和公众受到大剂量照射。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计、辐射监测等仪器。	计划配备个人剂量计及个人防护用品等，检查场所拟配备辐射监测仪进行定期检测。	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。	制定健全了操作规程、岗位职责、辐射防护和安全管理制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等辐射安全防护制度。见附件 2。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	已制定了《辐射事故应急预案》。见附件 2。	符合

辐射安全管理制度评价：建设单位成立了辐射防护与安全管理小组，并明确了相应管理成员的职责；公司制定了射线装置操作规程，明确了操作者需培训合格后持证上岗，以及设备操作运行操作过程中的要求；公司制定了射线装置维修维护制度，明确了射线装置日常维护维修以及定期维修的频率和维护要求；公司制定了射线装置维修管理制度，明确射线装置在维修中需遵守的规章制度，已经维修过程中可能发生的辐射事故及处置措施；公司制定了个人剂量监测管理制度，明确了对个人剂量监测的档案管理，佩戴要求，佩戴周期，收发程序等管理措施。公司制定了人员培训计划、监测方案，明确了对个人工作人员的考核，培训

以及管理，对于公司后期的验收监测，年度监测及日常监测均有具体要求；公司制定了辐射事故应急预案，明确了应急组织体系及职责，应急事件的监测与报告，应急响应和终止以及善后处理和保障措施。现有辐射安全管理制度已较为全面，制度内容也较为可行。

12.3 监测计划

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

1、工作场所监测

1）对本公司辐射工作场所辐射剂量的监测，需配备辐射监测仪，需请有资质的监测机构进行。

2）竣工环境保护验收监测

a.验收依据：

①建设项目环境保护相关法律、法规、规章、标准和规范性文件；

②建设项目竣工环境保护验收技术规范；

③建设项目环境影响报告表及审批部分审批决定。

b. 验收工作内容：本次建设项目竣工后，建设单位应当按照《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》（生态环境部 公告 2018 年第 9 号）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责。建设单位若不具备编制验收检测报告的能力，可以委托有能力的技术机构编制，建设单位对受委托的技术机构编制的验收检测报告结论负责。

竣工验收报告完成后，建设单位应组织成立验收组召开验收会议，讨论项目采取的环保设施实施情况是否符合环评报告表及相关标准的要求，经会议讨论提出验收意见并对不完善的环保措施等进行整改，经核实符合标准后通过验收。建设单位应自验收报告编制完成后 5 个工作日内通过网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开竣工验收信息，公示期须满 20 个工作日，公示期满后登录“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”填报相

关信息。

c. 验收监测要求

建设单位开展验收监测活动，可根据自身条件和能力，利用自有人员、场所和设备自行监测；也可以委托其他有能力的检测机构开展监测。

①工况记录要求

验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况以及决定或影响工况的关键参数，如实查验、监测、记载本项目环保设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。

②验收执行标准

《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》（生态环境部 公告 2018 年第 9 号 2018 年 5 月 15 日实施）；

《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》（环境保护部 国环规环评 [2017] 4 号 2017 年 11 月 20 日起实施）；

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002，2003 年 4 月 1 日起实施）；

《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016，2016 年 11 月 1 日起实施）；

③ 测量要求

X 射线装置外周围剂量当量率检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽进行重点检测；检测点位包括：工业 CT 装置自屏蔽体外表面 30cm、铅门外 30cm、观察窗外 30cm、操作位、楼上、楼下及四周关注点位置。

④验收时限

验收期限一般不超过 3 个月。

3）年度监测

每年委托有资质的单位进行年度检测（一年一次），并对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

4）日常监测

公司将为该项目配备辐射剂量监测仪器，仪器能够显示辐射工作场所的辐射剂量率，定期（一个月一次）进行 X 射线机的放射防护检测，以发现可能出现的高辐射水平区。

监测点位：重点检测工业 CT 装置自屏蔽体外表面 30cm、铅门外 30cm、观察窗外 30cm、操作位、楼上、楼下及四周关注点位置，做好检测记录。

监测因子：X-γ 空气吸收剂量率；X 射线机关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μSv/h。当测量值高于参考控制水平时，立即停止工作，查找原因进行整改。

2、个人剂量监测计划

所有从事 X 射线操作的工作人员都将佩戴个人剂量计上岗，保证定期送检，监测周期最长不超过 90 天，建立个人剂量档案。个人剂量监测由本单位辐射安全小组派专人组织实施，亦可由操作人员自行实施。监测应在工作时段选取有效点位不间断进行，且剂量仪要定人。

12.4 事故应急

12.4.1 辐射事故应急响应机构的设置：

建设单位已成立辐射事故应急处理领导小组，明确各相关责任人及其职责，明确相关应急程序及应急部门的联系电话。辐射事故应急工作领导小组将承担组织、开展现场的应急救援工作，其主要职责是辐射事故应急处理。

1、辐射事故应急处理领导小组

组 长：李进冬

组 员：李艺超

环保部门应急电话：12345

公安部门应急电话：110

2、应急处理领导小组职责

（1）组织制定辐射事故应急处理预案；

（2）负责组织协调辐射事故应急处理工作；

（3）组织辐射事故应急人员的培训；

（4）负责与上级主管部门和当地环保部门的联络、报告应急处理工作，配合做好事故调查和审定；

（5）负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作。

3、小组职责分工

组长：全面负责小组工作，现场指挥工作。

副组长：具体负责小组工作，收集有关工作信息，各科室之间的协调，管理全公司辐射工作人员的健康工作，辐射事故应急处理期间的后勤保障工作。

成员：负责事发现场安全保卫工作，负责对辐射操作人员和维修人员的日常管理，人员培训工作。

4 、应急处理措施

严格遵守射线装置的操作规程，一旦发现控制台上的监视器不能停止、按钮不能复位或其它情况，造成射线装置一直出射线时：

（1）、立即按下应急开关或切断主控电源，保护好事故现场，马上撤离并及时上报；

（2）、启动应急预案；

（3）、控制现场，积极主动调查事故原因；

（4）、及时报告当地环保部门和卫生部门，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》；

（5）、协助环保、卫生部门调查事故原因；

（6）、协助卫生专业人员对受照射人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；

（7）、及时向公众发布消息，消除公众疑虑。

表 13.结论与建议

结论

1、项目概况

三亚中国农业科学院国家南繁研究院拟在海南省三亚市崖州区金稻路 5 号 B 区大楼负一楼 CT 室（面积约 336.4 ㎡，墙高 6.5m）西北侧安装 1 台 nanoVoxel-4000 型工业 CT，用于单位选育种子的三维扫描检测。

2、本项目产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布）中鼓励类中第十四（1）类中“工业 CT”，属于国家鼓励发展类项目。因此，本项目与国家产业政策相符。

3、项目选址合理性分析

本项目工业 CT 设备自带屏蔽体且屏蔽体表面辐射剂量率小于 2.5μSv/h，在工业 CT 安装后，CT 室室内只允许辐射工作人员办公，工业 CT 的设置已充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。机房屏蔽体 50m 范围内无学校，宿舍等环境敏感的场所，设备选址合理。

综上所述，本项目选址是合理的。

4、工程所在地区环境质量现状

本项目拟建辐射工作场所及周围环境的室内γ辐射剂量率为 107-146nGy/h（扣除设备对宇宙射线的响应），道路γ辐射剂量率为 86-93nGy/h（扣除设备对宇宙射线的响应）。对照海南的室内γ辐射剂量率调查水平在 35.3~207.8nGy/h 之间，室外道路γ辐射剂量率调查水平在 27.2~124.6nGy/h 之间，来源《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）。

本评价项目建设区域室内及道路的环境γ辐射剂量率均处于海南室内、道路的环境γ辐射剂量率水平范围内。

5、环境影响分析结论

根据预测分析，在正常工况下，各关注点附加剂量率最大值为 0.42μSv/h，满足周围剂量当量率应小于 2.5 μSv/h 的标准。

本项目辐射工作人员年有效受照剂量最大为 0.546mSv/a，公众年有效受照剂量最大值为 7.5E-03mSv，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GBl8871-2002)中关于“剂量限值”的要求；亦不超过本项目剂量约束限值（工作人员和公众的剂量约束值不超过 5mSv

和 0.25mSv）。

6、实践正当性与代价利益结论

本项目的开展，在给公司带来利益的同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目管理目标值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

综上所述，本评价认为三亚中国农业科学院国家南繁研究院新增 1 台工业 CT 项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，三亚中国农业科学院国家南繁研究院在落实本报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。因此，本项目的建设和运行从环境保护角度分析是可行的。

13.2建议和承诺

1、遵守辐射安全与辐射环境保护的法律、法规，加强全院的辐射安全的管理。

2、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》(环保部18号令)要求开展个人剂量监测、工作场所辐射监测及年度监测工作。

3、所有辐射工作人员均做到持证上岗。

4、公司应加强辐射安全管理，做好辐射作人员的个人剂量监测与管理，确保工作人员正确佩戴个人剂量章，并按法规要求定期送检。

表 14.审批

下一级环保部门预审意见：   公　章 经办人
审批意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日